

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



Фізико-технічний факультет  
Кафедра фізики і методики викладання

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Електронні явища у твердих тілах»**

Освітня програма – Середня освіта (Фізика)

Спеціальність – 014 Середня освіта (Фізика)

Галузь знань – 01 Освіта. Педагогіка

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “27” серпня 2021 р.

м. Івано-Франківськ - 2022

## **ЗМІСТ**

1. Загальна інформація
2. Опис дисципліни
3. Структура курсу (зразок)
4. Система оцінювання курсу
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу (зразок)
6. Ресурсне забезпечення
7. Контактна інформація
8. Політика навчальної дисципліни

## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Електронні явища у твердих тілах
Освітня програма	Середня освіта (Фізика)
Спеціалізація (за наявності)	-
Спеціальність	014.08 Середня освіта (Фізика)
Галузь знань	01 Освіта. Педагогіка
Освітній рівень	магістр
Статус дисципліни	вибіркова
Курс / семестр	2/3
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 14 год. Семінарські заняття – 16 год. Самостійна робота – 60 год.
Мова викладання	Українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>

## 2. Опис дисципліни

### Мета та цілі курсу

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.

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.

### Компетентності

#### Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності та/або в процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог. Знання та розуміння предметної області та розуміння предметної діяльності.

#### Загальні компетентності

1. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
2. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
4. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
5. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
6. Цінування та повага до різноманітності та мультикультурності.
7. Здатність працювати в міжнародному контексті.
8. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.
9. Здатність усвідомлювати рівні можливості та гендерні проблеми.
10. Здатність дотримуватися принципів академічної доброчесності.

#### Спеціальні (фахові) компетентності

1. Глибокі концептуальні знання та розуміння найбільш актуальних проблем та досягнень у різних галузях сучасної теоретичної і експериментальної фізики.
2. Здатність користуватися основними джерелами наукової інформації, у тому числі базами даних та науковими публікаціями.
3. Усвідомлення мети й завдань сучасної фізики, здатність вирішувати проблеми й задачі інноваційного характеру в одній із галузей фізики або астрономії відповідно до обраної спеціалізації.
4. Здатність брати участь у колективних дослідженнях, у тому числі міжнародних.
5. Усвідомлення кількісного характеру досліджень у фізиці і здатність застосовувати спеціальні математичні та теоретичні методи для розв'язування задач предметної галузі.
6. Здатність збирати та аналізувати дані, у тому числі оцінювати їх можливі похибки і невизначеність.
7. Здатність планувати й здійснювати теоретичні та/або експериментальні дослідження фізичних або астрономічних об'єктів, явищ і процесів на основі розуміння і навичок практичного використання спеціалізованих знань фізики відповідно до обраної спеціальності, а також спеціальних математичних методів та інформаційних технологій.
8. Здатність встановлювати зв'язок між експериментальними і теоретичними результатами, здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних явищ, об'єктів і процесів, пов'язувати результати досліджень із сучасними фізичними та астрономічними теоріями і уявленнями.
9. Здатність робити наукові узагальнення та осмислення результатів наукових досліджень, співвідносити висновки із положеннями сучасних фізичних теорій.
10. Здатність представляти результати досліджень професійній та непрофесійній аудиторії.
11. Здатність організовувати навчальний процес та проводити практичні і лабораторні заняття з фізичних навчальних дисциплін у вищих навчальних закладах.

### **Програмні результати навчання**

ПРН-1. Знати і розуміти фізичні явища, зокрема з вибраної спеціалізації, та споріднених галузей науки, у тому числі обізнаність в історії розвитку та останніх наукових досягненнях.

ПРН-2. Знати і розуміти методи аналізу, теоретичних та/або експериментальних досліджень явищ та процесів різної складності при вирішенні фізичних задач, зокрема з вибраної спеціалізації.

ПРН-3. Застосовувати знання, набуті відповідно до спеціалізації, та інтегруючи знання з інших дисциплін для здійснення експериментальних та/або теоретичних наукових досліджень.

ПРН-4. Здійснювати пошук, аналіз та оцінку існуючих наукових здобутків, зокрема за тематикою власних наукових досліджень, у тому числі з використанням світових інформаційних ресурсів та основних баз науково-технічних даних.

ПРН-5. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.

ПРН-6. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

### 3. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1.	<b>Тема 1.</b> Типи міжатомних зв'язків. Геометрія кристалічної ґратки. Тривимірні кристалічні структури. Структури реальних кристалів, простих сполук.	Знати основні поняття кристалографії, такі як ґратка Браве, індекси Міллера, основні поняття та принципи квантової теорії багаточастинкових систем, поняття про зонну структуру твердих тіл, поняття ефективної маси, уявлення про модельні, що описують основні властивості металів, напівпровідників та	Тестові завдання, практичні заняття

		надпровідників. Розуміти важливість процесів, що відбуваються на поверхні матеріалів.	
2.	<b>Тема 2.</b> 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.	Знати і розуміти явище дифракції в кристалах, дифракцію як метод дослідження, умову дифракції Брегга, атомний фактор розсіювання. Ознайомитись з експериментальними методами рентгенографічного дослідження структури кристалів, оберненого простору, оберненої ґратки, зон Бріллюена.	Тестові з завдання, практичні заняття
3.	<b>Тема 3.</b> Напівпровідники. Ефект Холла. Р-п-переходи. Термодинамічний р-п-перехід. Фотопровідність. Термоелектричні явища в напівпровідниках. Термоелектричні генератори.	Знати і розуміти фізичні процеси у напівпровідниках. Ефект Холла. Р-п-переходи. Термодинамічний р-п-перехід. Фотопровідність. Термоелектричні явища в напівпровідниках. Термоелектричні генератори.	Тестові завдання, практичні заняття
4.	<b>Тема 4.</b> Квантова радіофізика. Індуковане випромінювання. Інверсна залежність рівнів і «від'ємні» температури. Трьохрівневі лазери. Рубіновий і газовий лазери. Застосування лазерів.	Знати і розуміти фізичні процеси квантової радіофізики, індукованого випромінювання. Інверсної залежності рівнів і «від'ємні» температури. Трьохрівневі лазери. Рубіновий і газовий лазери. Застосування лазерів.	Тестові завдання, практичні заняття





Всього за тиж-нь	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	8	1	10	1	4	50	100
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	----	-----

**Примітка:** не рекомендується на один тиждень планувати кілька форм контролю.

### 3. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення

Мультимедіа, лабораторії, комп'ютери та інше

#### Література:

1. Болеста І. Фізика твердого тіла / Л.: Вид-во відділу ЛНУ ім. Франка, 2003. – 479 с.
2. Курик М. Фізика твердого тіла/ М. Курик, В. Цмоць. – К. Вища шк., 1985. – 343 с.
3. Заячук Д. Нанотехнології і наноструктури: навч. посіб. / Д. М. Заячук. Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2009. – 580 с.
4. Заячук Д. Нанорозмірні структури і надгратки: навч. посіб. / Д. М. Заячук. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2006. – 220 с.
5. 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.
6. Поплавко Ю. Фізичне матеріалознавство. Ч. 3. Провідники та магнетики. / Ю.М. Поплавко, А. С. Воронов, Ю.І. Якименко. – К. Політехнік, 2011. – 372 с.
7. Пінкевич І.П., Сугаков В.Й. Теорія твердого тіла. К.: ВПЦ Київського ун-ту, 2006. – 336
8. Репецький С.П. Теорія твердого тіла. Невпорядковані середовища. – К.: Наукова думка, 2008. – 308 с.
9. Бібик В.В., Гричановська Т.М., Однорець Л.В., Шумакова Н.І. Фізика твердого тіла: навч. посібник. – Суми: СумДУ, 2009. – 200 с., <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/1169>.
10. А. М. Черноус ; [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)
11. Товстолиткін О.І., Боровий М.О., Курилюк В.В., Куницький Ю.А. Фізичні основи спінтроники: 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).
12. Основи спінтроники: матеріали, прилади та пристрої: навч. посібник /Ю. А. Куницький, В.В Курилюк, Л. В. Однорець, І. Ю. Проценка.– Суми : Вид-во СумДУ, 2013. – 127 с., <http://www.essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/31807>.
13. Проценка І. Ю. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки: навч. посібник / І. Ю.

- Проценко, Л. В. Однодворець. – Суми: СумДУ, 2011. – 231 с.,  
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3881>.
14. Пазуха І.М., Проценко 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>.
15. Проценко І.Ю., Шумакова Н.І. Технологія одержання і застосування плівкових матеріалів: навч. посіб. з грифом МОНУ.- Суми: СумДУ, 2007. 198 с.,  
[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) .
16. Проценко І.Ю., Чорноус 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>.
17. Азаренков М.О., Неклюдов І.М., Береснев В.М., Воеводін 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\\_-\\_korya.pdf](http://karazinbook.univer.kharkov.ua/sites/default/files/fragments/azarenkov_-_korya.pdf) .
18. Проценко І.Ю., Шумакова Н.І. Основи матеріалознавства наноелектроніки: навч. посібник. – Суми: СумДУ, 2004. – 108 с.
19. Заячук Д. Нанорозмірні структури і надгратки: навч. посіб. / Д. М. Заячук. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2006. – 220 с.
20. 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.
21. Довгий Я.О. Лазерний практикум: навч. посібник / Я.О. Довгий. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. – 210 с.
22. Білий М.У. Основи нелінійної оптики та її застосування: навч. посібник / М.У. Білий. – К.: Видавничий центр „Київський Університет”, 1999. – 172 с.
23. Григоруку В.І. Лазерна фізика: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В.І. Григоруку, П.А. Ко-ротков, А.І. Хижняк. – 2-е вид. – К.: МП Леся, 1999. – 526 с.
24. Довгий Я.О. Електронна будова і оптика нелінійних кристалів / Я.О. Довгий, І.В. Кітик. – Львів: Світ, 1996. – 176 с.– 336 с.
25. Качмарек Ф. Введение в физику лазеров / Ф. Качмарек; пер. с польск. В.Д. Новикова. – М.: Мир, 1980. – 540 с.
26. 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.

27. 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/jsru/handle/123456789/31316>

28. В.М. Різак, І.М. Різак, Е.Я. Рудавський, Кріогенна фізика і техніка, Київ, вид. «Наукова думка», 2006– 512 с.

29. І.О. Анісімов, Фізика плазми, конспект лекцій, – К.: Видавничий центр „Київський Університет”, 2018. – 229 с.

## 22. Контактна інформація

Кафедра	Кафедра фізики і методики викладання, 76018, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57, ауд. 116, тел. +38(0342)59-61-55, e-mail: <a href="mailto:kfmv@pnu.edu.ua">kfmv@pnu.edu.ua</a>
Викладач	Кланічка В.М., професор, кандидат фізико-математичних наук
Контактна інформація викладача	<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> ,

## 23. Політика навчальної дисципліни

Академічна доброчесність	-
Пропуски занять (відпрацювання)	-
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	-
Невідповідна поведінка під час заняття	-
Додаткові бали	-
Неформальна освіта	Можливість зарахування. Рекомендовані платформи

Викладач проф. Кланічка В.М.