

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Проректор з наукової роботи  
/Студеняк І.П./  
«*Студеняк*» 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОПТИКА РОЗУПОРЯДКОВАНИХ СЕРЕДОВИЩ

Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика і наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика і наноматеріали
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «**Оптика розупорядкованих середовищ**» для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії галузі знань **10 Природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика і наноматеріали** освітньої програми **Прикладна фізика і наноматеріали**.

**Розробники:** Студеняк І.П., професор, доктор-фізико математичних наук, проректор з наукової роботи

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **прикладної фізики**

протокол № 2 від «23» вересня 2020 р.

Завідувач кафедри  Небола І.І.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 1 від «23» вересня 2020 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М. І.

© Студеняк І.П., 2020 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2020 р.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування Показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 7	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 210	<b>1-й</b>	<b>1-й</b>
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи аспіранта – 4	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>
	Лекції:	
	<b>40</b>	<b>16</b>
	Практичні (семінарські):	
	<b>44</b>	<b>8</b>
Вид підсумкового контролю: залік, екзамен	Лабораторні:	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	<b>126</b>	<b>186</b>

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Оптика розупорядкованих середовищ**» є формування цілісної системи знань та навиків в області оптичної спектроскопії розупорядкованих середовищ (твердих тіл і наноматеріалів), засвоєння методики проведення фізичного експерименту та фізичних досліджень оптичних явищ у розупорядкованих середовищах, а також методики розрахунку оптичних параметрів досліджених матеріалів та моделювання оптичних процесів у розупорядкованих середовищах.

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення дисципліни «**Оптика розупорядкованих середовищ**» сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

– **інтегральна компетентність**: здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

– **загальні компетентності**: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1); навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-2); здатність проведення самостійних досліджень на сучасному рівні (ЗК-3); здатність до пошуку, обробки на аналізі інформації з різних джерел (ЗК-4); здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-5); здатність комунікації на фахову тематику з нефахівцями (ЗК-10).

– **фахові компетентності**: здатність застосовувати фізичні знання для систематизації різноманітних пов'язаних фактів і явищ (ФК-1); здатність визначати завдання фізичного дослідження (ФК-2); здатність вирізняти із накопичених спостережень відтворювані експериментальні факти (ФК-3); здатність створювати та порівнювати між собою фізичні та математичні моделі фізичних об'єктів, процесів та явищ (ФК-4); здатність оцінювати моделі з точки зору їх відповідності фізичним об'єктам процесам та явищам, для пояснення яких застосовуються дані моделі (ФК-5); вміння здійснювати комп'ютерне моделювання фізичних процесів, у тому числі із застосуванням існуючого програмного забезпечення (ФК-6); володіння експериментальними методиками дослідження наноструктурованих матеріалів (ФК-7); знайомство з інформаційними технологіями та електронікою (ФК-8); володіння теоретичними методами, що застосовуються для дослідження низьковимірних систем і наноматеріалів (ФК-10).

## 3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення навчальної дисципліни «**Оптика розупорядкованих середовищ**» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі фізики, прикладної фізики та суміжних галузей знань.	ПРН 1.1.
Знати фундаментальні праці провідних зарубіжних вчених та наукових шкіл у галузі дослідження.	ПРН 1.2.
Вміти формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2.
Вміти проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3.
Вміти формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 2.5.
Вміти формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	ПРН 2.6.
Вміти аналізувати наукові праці в галузі прикладної фізики, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Оптика розупорядкованих середовищ**»:

<b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Знати основну термінологію в області теорії оптичних явищ та спектроскопії розупорядкованих середовищ (твердого тіла і наноматеріалів).	ПРН 1.1.
Знати фізичні принципи основних методів дослідження оптичних процесів.	ПРН 1.1
Знати мікроскопічні моделі оптичних процесів у твердих тілах і наноматеріалах з різним ступенем розупорядкування.	ПРН 1.2
Знати особливості прояву оптичних процесів у твердих тілах і наноматеріалах на температурних, частотних та інших залежностях їх фізичних параметрів.	ПРН 1.2
Вміти планувати проведення експериментальних робіт по дослідженню різних типів оптичних явищ у розупорядкованих середовищах (твердих тіл і наноматеріалах).	ПРН 2.2
Вміти розраховувати параметри оптичних процесів на основі отриманих спектральних, температурних, баричних, часових та інших залежностей оптичних параметрів розупорядкованих середовищ.	ПРН 2.3
Володіти методами побудови моделей, що описують оптичні явища у розупорядкованих середовищах.	ПРН 2.5
Вміти генерувати нові ідеї при вирішенні дослідницьких і практичних задач в області оптичної спектроскопії.	ПРН 2.6
Вміти застосовувати фізичні теорії для опису та інтерпретації оптичних процесів у різних матеріалах.	ПРН 2.6
Вміти аналізувати наукову літературу по оптичним явищам у розупорядкованих середовищах та їх моделюванню;	ПРН 2.7

#### **4. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

##### **РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

##### **Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

##### **Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання**

Форми поточного контролю:

- вибіркоче усне опитування;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;

- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форми підсумкового семестрового контролю: залік, екзамен. До заліку або екзамену допускаються аспіранти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4		
5	10	10	5	70	<b>100</b>

T1, T2, T3, T4 – теми

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4		
10	10	5	5	70	<b>100</b>

T1, T2, T3, T4 – теми

### Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	11	30	11	30
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)		-		
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні		-		
Письмове тестування при тематичному оцінюванні				
Презентація		-		
Реферат		-		
Есе		-		
Модульна контрольна робота		70		70
<b>Разом</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>100</b>

## Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 60 балів.

## Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни **«Оптика розупорядкованих середовищ»** здійснюється у формі заліку та екзамену.

Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка " зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

- " зараховано" - якщо аспірант достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

- "незараховано" - якщо аспірант викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках викладеного матеріалу, аспірант не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчаті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирибальною шкалою: „відмінно”, „добре”, „задовільно”, „незадовільно”.

Оцінка „відмінно” (А; 90-100) виставляється в тому разі, коли аспірант бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, вміння грамотно обробляти результати експериментальних вимірювань з метою отримання заданої точності отриманих даних, кваліфіковано використовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” (В, С; 74-89) виставляється тоді, коли аспірант виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” (D, E; 60-73) виставляється в тому разі, коли аспірант в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, вміння використовувати відповідний математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „незадовільно” (FХ, F; 1-59) виставляється тоді, коли аспірант не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не може застосовувати набуті знання для розв'язування конкретних

практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням аспіранта результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90-100	зараховано	A	відмінно
82-89		B	добре
74-81		C	добре
64-73		D	задовільно
60-64		E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34		F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Аспірант, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» або «незадовільно з обов'язковим повторним навчанням» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік або екзамен.

Результати підсумкового контролю знань вносяться до відомості обліку успішності.

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 5.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1. Процеси розупорядкування та оптичне поглинання світла

**Тема 1. Вступ. Процеси порядок-безпорядок у фізиці твердого тіла.** Типи розупорядкування в твердих тілах. Розмірність і порядок. Дальній та ближній порядок. Типи неупорядкованих матеріалів. Вплив зовнішніх чинників. Температурне розупорядкування. Власне та індуковане структурне розупорядкування. Статичне та динамічне структурне розупорядкування. Композиційне розупорядкування.

**Тема 2. Процеси оптичного поглинання світла у напівпровідниках.** Хімічний зв'язок і енергетична структура речовини. Міжзонні оптичні переходи. Прямі дозволені і заборонені оптичні переходи у напівпровідниках. Непрямі дозволені і заборонені оптичні переходи у напівпровідниках. Поглинання світла з участю екситонів. Прямі оптичні переходи з участю вільних екситонів. Непрямі екситонні оптичні переходи. Зв'язані екситони. Домішкове поглинання світла. Ефект Бурштейна-Мосса. Переходи валентна зона – донорний рівень та акцепторний рівень – зона провідності.

**Тема 3. Правило Урбаха та процеси розупорядкування у твердих тілах.** Правило Урбаха. Основні закономірності прояву правила Урбаха. Урбахівська поведінка краю поглинання для випадку екситонів Ваньє-Мотта. Урбахівська поведінка краю поглинання для випадку екситонів Френкеля. Екситон-фононна взаємодія. Правило Урбаха для випадку зона-зонних та домішкових переходів. Вплив різних типів розупорядкування на урбахівський край

поглинання. Ширина псевдозабороненої зони та урбахівська енергія. Модель Ейнштейна. Вплив різних типів розупорядкування на ширину псевдозабороненої зони та урбахівську енергію. Теоретичні дослідження правила Урбаха. Модель Сумі-Тойозави. Модель Доу-Редфілда.

**Тема 4. Фазові переходи та процеси розупорядкування.** Феноменологічний аналіз поведінки урбахівського краю поглинання при фазових переходах. Правило Урбаха при наявності фазових переходів. Аномалій параметрів правила Урбаха при фазових переходах I та II роду. Фазова діаграма кристалів твердих розчинів  $\text{Cu}_6\text{P}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_5\text{I}$ . Край поглинання та фазові переходи в кристалах твердих розчинів  $\text{Cu}_6\text{P}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_5\text{I}$ . Урбахівська поведінка краю поглинання та екситон-фононна взаємодія в кристалах твердих розчинів  $\text{Cu}_6\text{P}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_5\text{I}$ . Типи розупорядкування в кристалах твердих розчинів  $\text{Cu}_6\text{P}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_5\text{I}$ .

## **Модуль 2. Процеси оптичного поглинання у частково розупорядкованих та неупорядкованих системах**

**Тема 1. Вплив різних факторів розупорядкування на процеси оптичного поглинання в напівпровідниках.** Власне структурне розупорядкування у напівпровідникових твердих розчинах  $\gamma_1-(\text{Ga}_x\text{In}_{1-x})_2\text{Se}_3$ . Особливості структурного розупорядкування в шаруватих напівпровідникових кристалах  $\text{In}_4(\text{P}_2\text{X}_6)_3$  ( $\text{X} = \text{S}, \text{Se}$ ). Вплив розупорядкування на край оптичного поглинання кристалів  $\gamma_1-(\text{Ga}_x\text{In}_{1-x})_2\text{Se}_3$ . Урбахівська поведінка краю поглинання та екситон-фононна взаємодія в твердих розчинах  $\gamma_1-(\text{Ga}_x\text{In}_{1-x})_2\text{Se}_3$ . Температурна та концентраційна поведінка ширини псевдозабороненої зони та урбахівської енергії в кристалах  $\gamma_1-(\text{Ga}_x\text{In}_{1-x})_2\text{Se}_3$ . Особливості анізотропії краю поглинання шаруватих кристалів  $\text{In}_4(\text{P}_2\text{S}_6)_3$ . Екситонне поглинання та екситон-фононна взаємодія в кристалах  $\text{In}_4(\text{P}_2\text{Se}_6)_3$ . Вплив температурного та структурного розупорядкування на оптичні параметри шаруватих кристалів  $\text{In}_4(\text{P}_2\text{X}_6)_3$  ( $\text{X} = \text{S}, \text{Se}$ ).

**Тема 2. Процеси розупорядкування у суперіонних провідниках.** Власне структурне розупорядкування в суперіонних провідниках. Природа краю оптичного поглинання в суперіонних кристалах  $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{X}$  ( $\text{X} = \text{I}, \text{Br}, \text{Cl}$ ). Параметри екситонів та природа екситон-фононної взаємодії в кристалах  $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{X}$  ( $\text{X} = \text{I}, \text{Br}, \text{Cl}$ ). Особливості процесів розупорядкування в кристалах  $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{X}$  ( $\text{X} = \text{I}, \text{Br}, \text{Cl}$ ). Індуковане структурне розупорядкування в кристалах  $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{X}$  ( $\text{X} = \text{I}, \text{Br}$ ). Структурне розупорядкування в кристалах  $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{X}$  ( $\text{X} = \text{I}, \text{Br}$ ), викликане відхиленням від стехіометрії складу. Структурне розупорядкування в кристалах  $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{I}$ , викликане електронним опроміненням. Вплив динамічного та статичного структурного розупорядкування на фононні спектри кристалів  $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{X}$  ( $\text{X} = \text{I}, \text{Br}$ ).

**Тема 3. Край поглинання в неупорядкованих аморфних та склоподібних сполуках.** Порівняльний аналіз краю поглинання кристалічного та склоподібного  $\text{SiO}_2$ . Відхилення від правила Урбаха. Експоненціальні “хвости” густини станів енергетичних зон склоподібних матеріалів. Модифіковане правило Урбаха. Температурна поведінка урбахівської енергії в склоподібних матеріалах. Прояв ближнього та проміжного порядку в спектрах краю поглинання неупорядкованих систем.

**Тема 4. Спеціальні випадки прояву правила Урбаха.** Правило Урбаха для люмінесценції. Правило Урбаха для фотоелектричної і фотографічної чутливості. Правило Урбаха для рідких кристалів. Правило Урбаха для електронного поглинання води. Правило Урбаха та несумірні фази. Універсальність правила Урбаха та його застосування для вивчення процесів розупорядкування в твердих тілах.

## 5.2. Структура навчальної дисципліни

### Денна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
Лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
<b>1-й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Вступ. Процеси порядок-безпорядок у фізиці твердого тіла.	24	4	4			16
Тема 2. Процеси оптичного поглинання світла у напівпровідниках.	24	4	6			14
Тема 3. Правило Урбаха та процеси розупорядкування у твердих тілах.	26	6	6			14
Тема 4. Фазові переходи та процеси розупорядкування.	26	6	6			14
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	20	22			58
<b>2-й семестр</b>						
<b>Модуль 2</b>						
Тема 1. Вплив різних факторів розупорядкування на процеси оптичного поглинання в напівпровідниках.	26	4	4			18
Тема 2. Процеси розупорядкування у суперіонних провідниках.	28	4	6			18
Тема 3. Край поглинання в неупорядкованих аморфних та склоподібних сполуках.	28	6	6			16
Тема 4. Спеціальні випадки прояву правила Урбаха.	28	6	6			16
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	110	20	22			68
<b>Разом за семестр</b>	210	40	44			126

### Заочна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: заочна					
	Усього	у тому числі				
Лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
<b>1-й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Вступ. Процеси порядок-безпорядок у фізиці твердого тіла.	24	2				22
Тема 2. Процеси оптичного поглинання світла у напівпровідниках.	26	2	2			22
Тема 3. Правило Урбаха та процеси розупорядкування у твердих тілах.	26	2	2			22
Тема 4. Фазові переходи та процеси розупорядкування.	24	2				22
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	8	4			88
<b>2-й семестр</b>						
<b>Модуль 2</b>						
Тема 1. Вплив різних факторів розупорядкування на процеси оптичного поглинання в напівпровідниках.	28	2	2			24
Тема 2. Процеси розупорядкування у суперіонних провідниках.	28	2	2			24
Тема 3. Край поглинання в неупорядкованих аморфних та склоподібних сполуках.	28	2				26
Тема 4. Спеціальні випадки прояву правила Урбаха.	26	2				24
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	110	8	4			98
<b>Разом за семестр</b>	<b>210</b>	<b>16</b>	<b>8</b>			<b>186</b>

### 5.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Край оптичного поглинання та процеси розупорядкування.	2	
2.	Прямі та непрямі міжзонні оптичні переходи.	2	
3.	Прямі та непрямі оптичні переходи з участю вільних екситонів.	2	
4.	Правило Урбаха.	4	2

5.	Ширина псевдозабороненої зони та урбахівська енергія. Модель Ейнштейна.	4	2
6.	Правило Урбаха при фазовому переході I роду.	2	
7.	Правило Урбаха при фазовому переході II роду.	2	
8.	Власне та індуковане структурне розупорядкування в напівпровідниках.	2	
9.	Параметри екситон-фононої взаємодії.	4	2
10.	Урбахівська енергія та процеси розупорядкування.	2	
11.	Визначення внесків різних типів розупорядкування в урбахівську енергію.	4	2
12.	Правило Урбаха для неупорядкованих систем.	4	
13.	Проміжний та ближній порядок.	4	
14.	Правило Урбаха та несумірні фази.	4	
15.	Універсальність правила Урбаха та його застосування для вивчення процесів розупорядкування в твердих тілах.	2	
<b>Разом</b>		<b>44</b>	<b>8</b>

#### 5.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Моделі неупорядкованих систем.	4	6
2.	Неупорядковані матеріали.	4	6
3.	Типи розупорядкування в твердих тілах.	4	6
4.	Експериментальні та розрахункові методи дослідження розупорядкованих систем.	6	8
5.	Теорія міжзонного поглинання. Зведена та комбінована міжзонна густина станів.	6	8
6.	Екситони Френкеля та Ваньс-Мотта.	4	6
7.	Оптичне поглинання з участю вільних та зв'язаних екситонів.	4	6
8.	Ширина забороненої зони та моделі опису її температурної поведінки.	4	8
9.	Природа екситон-фононої взаємодії.	4	6
10.	Теоретичні моделі правила Урбаха. Моделі Сумі-Тойозави та Доу-Редфілда.	6	8
11.	Спектральні методи спостереження розупорядкованих систем.	4	6
12.	Фазові переходи типу порядок-безпорядок. Параметр порядку.	4	6
13.	Суперіонні фазові переходи.	4	6
14.	Фазові переходи у фероїках.	4	6
15.	Аномальна поведінка фізичних властивостей в області фазових переходів.	4	6
16.	Вплив зовнішніх факторів на структурне розупорядкування в напівпровідниках.	4	6
17.	Композиційне розупорядкування у напівпровідникових твердих розчинах.	4	6
18.	Шаруваті кристали. Анізотропія в шаруватих кристалах.	6	8
19.	Властивості суперіонних провідників. Механізми іонної провідності.	6	8
20.	Процеси розупорядкування в суперіонних провідниках зі структурою аргіродита.	6	8

21.	Статичне та динамічне структурне розупорядкування в суперіонних провідниках.	4	6
22.	Сучасні уявлення про будову скла. Основні групи та властивості склоутворюючих речовин.	6	8
23.	Зонна структура неупорядкованих матеріалів.	4	8
24.	Оптичні переходи в неупорядкованих системах. Хвіст щільності станів.	4	8
25.	Люмінесценція. Співвідношення між спектрами поглинання та випромінювання.	6	8
26.	Рідкі кристали. Будова та властивості рідких кристалів.	6	8
27.	Будова води та властивості водних розчинів. Аномальні властивості води.	4	6
	<b>Разом</b>	<b>126</b>	<b>186</b>

## **6. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

Технічні засоби: Мультимедійний проектор.

Обладнання: персональні ком'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point.

## **7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основна література**

1. Ж. Панков. Оптические процессы в полупроводниках. М.: Мир, 1973.
2. В.П. Грибковский. Теория поглощения и испускания света в полупроводниках. Минск: Наука и техника, 1975.
3. Ю.И. Уханов. Оптические свойства полупроводников. М.: Наука, 1977.
4. Дж. Займан. Модели беспорядка. М.: Мир, 1982.
5. Физика суперіонних провідників / под ред. М.Саламона. Рига: Зинатне, 1982.
6. Н. Мотт, Э. Девис. Электронные процессы в некристаллических веществах. М. Мир, 1982.
7. М.С. Бродин, И.В. Блонский. Экситонные процессы в слоистых кристаллах. Киев: Наукова думка, 1986.
8. І.П. Студеняк, М. Краньчец. Ефекти розупорядкування в суперіонних провідниках зі структурою аргіродита. Ужгород: Говерла, 2007.
9. І.П. Студеняк, М. Краньчец, М.В. Курик. Оптика розупорядкованих середовищ. Ужгород: Гражда, 2008.
10. І.П. Студеняк, П. Куш. Структурне розупорядкування в кристалічних та аморфних суперіонних провідниках. Ужгород: Говерла, 2015.

### **Допоміжна література**

1. Р. Нокс. Теория экситонов. М.: Мир, 1966.
2. О.М. Борець. Оптичні властивості напівпровідників, ч.2. Ужгород: УЖДУ, 1973.
3. Ф. Бассани, Дж. Пастори Парравичини. Электронные состояния и оптические переходы в твердых телах. М.: Наука, 1982.
4. Р.П. Сейсян. Спектроскопия диамагнитных экситонов. М.: Наука, 1984.
5. В.В. Синюков. Вода обычная и необычная. М., Наука, 1985.
6. В.П. Привалко. Молекулярное строение и свойства полимеров. Л., Химия, 1986.
7. А. Фельц. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела. М., Мир, 1986.

8. Э.А. Силиньш, М.В. Курик, К.Чапек. Электронные процессы в органических молекулярных кристаллах. Явления локализации и поляризации. Рига: Зинатне, 1988.
9. В.С. Вавилов, Н.П.Кекелидзе, Л.С. Смирнов. Действие излучений на тполупроводники. М.: Наука, 1988.
10. А.П. Шпак, Ю.А. Куницкий, В.Л. Карбовский. Кластерные и наноструктурные материалы. К.: Академперіодика, 2001.