

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра оптики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи  
ДВНЗ «УжНУ»

\_\_\_\_\_ /Студеняк І.П./

« 28 » вересня \_\_\_\_\_ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ОПТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ ТА КРИТИЧНИХ  
ЯВИЩ

Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Освітня програма	Фізика та астрономія
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Робоча навчальна програма дисципліни „**Оптичні методи дослідження фазових переходів та критичних явищ**” для підготовки здобувачів третього рівня вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **104 Фізика та астрономія** освітньої програми **Фізика та астрономія**.

Розробник: доцент, кандидат фіз.-мат. наук Гуранич П. П.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри оптики

Протокол № 1 від “\_3\_”\_вересня\_2020 року,

Завідувач кафедри



Гуранич П.П.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 1 \_\_\_\_\_ від «\_23\_» вересня 2020 р.

Голова науково-методичної комісії



Карбованець М.І.

© Гуранич П.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: 30	
	<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 І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання курсу „Оптичні методи дослідження фазових переходів та критичних явищ” є формування цілісної системи знань та навиків здобувачів з в області фізичних досліджень структурних фазових переходів в конденсованому середовищі.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей: (ЗК-1, ЗК-2, ЗК-3, ЗК-4, ЗК-5, ЗК-6, ЗК-7, ЗК-8, ЗК-9, ЗК-10, ФК-1, ФК-2, ФК-3, ФК-4, ФК-5, ФК-6, ФК-7, ФК-8, ФК-9, ФК-10.)

–**соціально-особистісні компетенції**: креативність, здатність до системного мислення, адаптивність, комунікабельність, здатність до самонавчання, здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних наукових досягнень; здатність до організації власної науково-дослідницької діяльності; знання змісту процесу цілеспрямованого професійного та особистісного розвитку, його особливості та способи реалізації при вирішенні професійних завдань, виходячи з етапів кар'єрного зростання і вимог ринку праці в сфері обраних наукових досліджень; вміння слідувати нормам, прийнятим в науковому спілкуванні при роботі в українських і міжнародних дослідницьких колективах з метою вирішення наукових і науково-освітніх завдань в обраній області наукових досліджень;

–**загальнонаукові компетенції**: володіння теоретико-методологічними засадами регулювання відносин інтелектуальної власності; розуміння необхідності участі у конкурсах та грантових програмах; володіти навичками аналізу основних світоглядних і методологічних проблем, в т.ч. міждисциплінарного характеру, що виникають у роботі при вирішенні наукових і науково-освітніх завдань в рамках українських або міжнародних дослідницьких проектів;

–**інструментальні компетенції**: знання основ методології і практики організації науково-дослідної роботи; індивідуальних досліджень та ефективної командної дослідницької діяльності; здатність до письмової та усної комунікації при роботі в українських та зарубіжних наукових колективах; навички роботи з типовими та спеціалізованими комп'ютерними програмами; вміння вести пошук, підбір та опрацювання наукової інформації по тематиці досліджень;

–**професійні компетенції**: здатність виявляти актуальні наукові проблеми та знаходити оптимальні шляхи їх вирішення, виявляти причинно-наслідкові зв'язки та здійснювати теоретичний аналіз наукової проблеми; пропонувати та обговорювати гіпотези; вільно володіти професійною лексикою; подавати результати наукової діяльності в усній і письмовій формі при роботі в українських і міжнародних дослідницьких колективах в обраній області наукових досліджень; усно представляти наукові результати на українських та міжнародних фахових конференціях та в письмовій формі подавати до опублікування в українських та міжнародних фахових виданнях.

### 3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми, вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
1. Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі фізики і астрономії та суміжних галузей знань. 2. Фундаментальні праці провідних зарубіжних вчених та наукових шкіл у галузі дослідження.	ПРН 1.1-2
1. Формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу, усвідомлювати його актуальність і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя. 2. Формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження. 3. Проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань. 4. 5. Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції. 6. Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми. 7. Аналізувати наукові праці в галузі сучасної фізики, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання. 8. Здійснювати моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми.	ПРН 2.1-3          ПРН 2.5-8
ПРН 3.1. Вести спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в галузі фізики та астрономії. ПРН 3.2. Кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях у фахових виданнях, вести конструктивний діалог з рецензентами та редакторами. ПРН 3.3. Професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, практично використовувати іноземну мову (в першу чергу - англійську) у науковій, інноваційній та педагогічній діяльності. ПРН 3.4. Ефективно працювати в команді, мати навички міжособистісної взаємодії. ПРН 3.5. Уміти використовувати сучасні інформаційні та комунікативні технології при спілкуванні, обміні інформацією, зборі, аналізі, обробці, інтерпретації джерел.	ПРН 3.1-5
ПРН 4.1. Ініціювати наукові та інноваційні комплексні проекти в галузі фізики та астрономії, лідерство та автономність під час їх реалізації. ПРН 4.2. Діяти, дотримуючись принципів соціальної відповідальності, на основі етичних міркувань (мотивів). ПРН 4.3. Самовдосконалюватися, нести відповідальність за новизну наукових досліджень та прийняття експертних рішень.	ПРН 4.1-3



## 5. 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:

- вибіркове 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.

### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: ... усне опитування , тестування з теми заняття.

Форма модульного контролю: ... контрольної роботи з тем змістовного модуля

Форма підсумкового семестрового контролю: залік, екзамен.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	... T4	T5	T6	...	...	...	50	100
5	9	9	9	9	9					

T1, T2 ... – теми

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

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T7	T8	T9	T10	T11	T12	...	...	...	50	100
9	9	9	9	9	5					

T1, T2 ... – 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	10	50	10	50
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)				
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні				
Письмове тестування при тематичному оцінюванні				
...				
Презентація				
Реферат				
Есе				
...				
Модульна контрольна робота		50		50
<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 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” (B, C; 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” (FX, 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

Здобувач, 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

Тема 1. Вступ. Фазові перетворення.

Тема 2. Оптичні матеріали, їх фізико-хімічні властивості. Оптичні властивості діелектриків, напівпровідників, металів.

Тема 3. Структурні фазові перетворення в конденсованому середовищі. Фероїки.

Тема 4. Феноменологічна теорія фазових переходів другого роду.

Тема 5. Феноменологічна теорія фазових переходів першого роду. Полікритичні явища на фазових діаграмах стану.

Тема 6. Критична опалесценція. Комбінаційне розсіювання світла.

#### Модуль 2

Тема 7. Температурна та барична поведінка краю фундаментального поглинання в кристалах при структурних фазових перетвореннях.

Тема 8. Двопроменезаломлення в кристалах. Оптичні властивості сегнетоелектричних кристалів.

Тема 9. Еліпсометричні методи дослідження кристалів.

Тема 10. Акустооптичні поляризаційні, пезооптичні та електрооптичні методи досліджень кристалів

Тема 11. Параметрична кристалооптика та кристалооптика комбінованих ефектів

Тема 12. Застосування оптичних властивостей матеріалів у науці та техніці.

### 5.2. Структура навчальної дисципліни

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	5	1	0	-	-	4
Тема 2. Оптичні матеріали, їх фізико-хімічні властивості. Оптичні властивості діелектриків, напівпровідників, металів.	15	3	4	-	-	8
Тема 3. Структурні фазові перетворення в конденсованому середовищі. Фероїки.	17	4	4	-	-	9
Тема 4. Феноменологічна теорія фазових переходів другого роду.	20	4	6	-	-	10
Тема 5. Феноменологічна теорія фазових переходів першого роду. Полікритичні явища на фазових діаграмах стану..	24	4	4	-	-	16
Тема 6. Критична опалесценція. Комбінаційне розсіювання світла.	24	4	4	-	-	16
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>105</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>63</b>

2-й семестр						
Модуль 2						
Тема 7. Температурна та барична поведінка краю фундаментального поглинання в кристалах при структурних фазових перетвореннях	24	4	4	-	-	16
Тема 8 Двопроменезаломлення в кристалах. Оптичні властивості сегнетоелектричних кристалів.	24	4	4	-	-	16
Тема 9. Еліпсометричні методи дослідження кристалів.	16	4	4	-	-	10
Тема 10. Акустооптичні поляризаційні, пезооптичні та електрооптичні методи досліджень кристалів	16	4	4	-	-	10
Тема 11. Параметрична кристалооптика та кристалооптика комбінованих ефектів	14	2	4	-	-	8
Тема 12. Застосування оптичних властивостей матеріалів у науці та техніці.	14	2	2	-	-	3
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>105</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>63</b>
<b>Усього годин</b>	<b>210</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>126</b>

### Заочна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: заочна					
	Усього 210	у тому числі				
Лекції 16		практичні (семінарські) 8	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота 186	
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Вступ	6	1	1	-	-	4
Тема 2. Оптичні матеріали, їх фізико-хімічні властивості. Оптичні властивості діелектриків, напівпровідників, металів.	12	1	1	-	-	10
Тема 3. Структурні фазові перетворення в конденсованому середовищі. Фероїки.	22	2		-	-	20
Тема 4. Феноменологічна теорія фазових переходів другого роду.	22	2		-	-	20
Тема 5. Феноменологічна теорія фазових переходів першого роду. Полікритичні явища на фазових діаграмах стану..	24	1	1	-	-	22
Тема 6. Критична опалесценція. Комбінаційне розсіювання світла.	24	1	1	-	-	22
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>110</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>98</b>

2-й семестр						
Модуль 2						
Тема 7. Температурна та барична поведінка краю фундаментального поглинання в кристалах при структурних фазових перетвореннях	24	1	1	-	-	22
Тема 8 Двопроменезаломлення в кристалах. Оптичні властивості сегнетоелектричних кристалів.	25	2	1	-	-	22
Тема 9. Еліпсометричні методи дослідження кристалів.	22	2		-	-	20
Тема 10. Акустооптичні поляризаційні, пезооптичні та електрооптичні методи досліджень кристалів	21	1		-	-	20
Тема 11. Параметрична кристалооптика та кристалооптика комбінованих ефектів	12	1	1	-	-	10
Тема 12. Застосування оптичних властивостей матеріалів у науці та техніці.	6	1	1	-	-	4
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>110</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>98</b>
<b>Усього годин</b>	<b>210</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>186</b>

### 6.3 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Оптичні матеріали, їх фізико-хімічні властивості.	2	1
2	Оптичні властивості діелектриків, напівпровідників, металів.	2	1
3	Структурні фазові перетворення в конденсованому середовищі. Фероїки.	4	
4	Феноменологічна теорія фазових переходів другого роду. Параметр порядку.	6	
5	Феноменологічна теорія фазових переходів першого роду. Полікритичні явища на фазових діаграмах стану.	4	1
6	Критична опалесценція. Комбінаційне розсіювання світла.	4	1
7	Температурна та барична поведінка краю фундаментального поглинання в кристалах при структурних фазових перетвореннях	4	1
8	Двопроменезаломлення в кристалах. Оптичні властивості сегнетоелектричних кристалів.	4	1
9	Еліпсометричні методи дослідження кристалів.	4	
10	Акустооптичні поляризаційні, пезооптичні та електрооптичні методи досліджень кристалів	4	
11	Параметрична кристалооптика та кристалооптика комбінованих ефектів	2	1
12	Застосування оптичних властивостей матеріалів у науці та техніці.	2	1
<b>Разом</b>		<b>44</b>	<b>8</b>

#### 6.4. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Вплив симетрії кристалів на їх фізичні властивості. Геометричні властивості характеристичної поверхні.	4	4
2.	Тензор діелектричної проникності, його симетрія та властивості.	8	10
3.	Визначення головних кристалооптичних характеристик кристалів.	9	20
4.	Типи дисперсії світла в кристалах.	10	20
5.	Методи визначення показника заломлення. Методи визначення двоприменезаломлення.	16	22
6.	Дифракційні спектральні прилади. Їх параметри. Оптичні схеми спектральних приладів з плоскими дифракційними решітками.	16	22
7.	Особливості і параметри спектральних приладів з вгнутими дифракційними решітками.	16	22
8.	Спектрометр Фабрі -Перо.	16	22
9.	Модуляційні спектральні прилади. Фур'є-спектрометр: принцип дії, апаратурна функція і особливості роботи..	10	20
10.	Спектрометр інтерференційний з селективною амплітудною модуляцією. Растровий спектрометр	10	20
11.	Техніка абсорбційного спектрального аналізу. Якісний та кількісний абсорбційний спектральний аналіз по спектрам поглинання у видимій, УФ,- та ІІ- областях.	8	10
12.	Тензора гірації. Визначення компонент тензора гірації.	3	4
	<b>Разом</b>	<b>126</b>	<b>186</b>

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

(у разі потреби)

Технічні засоби експериментальні установки.  
 Обладнання : персональні ком'ютери, ноутбуки.  
 Програмне забезпечення ... Windows 10

#### 7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

##### Основна література

1. Федоров Ф.И. Оптика анизотропных сред. – Минск: Изд-во АН БССР, 1958.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976.
3. Романюк М.О. Кристалооптика. – К.: ІЗДМ, 1998.
4. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука, 1973.
5. Изюмов Ю.А., Сыромятников В.Н. Фазовые переходы симметрия кристаллов — М.: Наука, 1984. — 245 с.

6. А.П. Леванюк, Д. Г, Санников Несобственные сегнетоэлектрики./Успехи физических наук. 1974.-112, 4 С.561-588.
7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. Часть 1 // Теоретическая физика. — М. : Физматлит, 2005. — Т. 5. — 616 с.
8. Капустяник В., Мокрий В. Оптико-спектральні методи в науково-технічній експертизі. – Львів.: ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2004..

#### Допоміжна література

9. В. Л. Гинзбург, А. П. Леванюк, А. А. Собмнин Рассеяние света вблизи точек фазовых переходов в твердом теле . Успехи физических наук. 1980.-130, 4 С.615-668.
10. Меланхолин Н.М. Методы исследования оптических свойств кристаллов.-М.: Наука, 1970.-155с.
11. Федоров Ф.И. Теория гиротропии.-Минск.: Наука и техника, 1976.-456с.
12. Ю. М. Поплавко, Ю. І. Якименко: П'єзоелектрики — К.: НТУУ"КПІ", 2013, с.207—214.

#### Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. [http://me.kpi.ua/downloads/Poplavko\\_Piezoelectrics\\_2013.pdf](http://me.kpi.ua/downloads/Poplavko_Piezoelectrics_2013.pdf)
2. <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/28/5-28-k130.pdf>
3. [http://www.rsc.org/delivery/\\_ArticleLinking/DisplayArticleForFree.cfm?doi=b812834k&JournalCode=CP.pdf](http://www.rsc.org/delivery/_ArticleLinking/DisplayArticleForFree.cfm?doi=b812834k&JournalCode=CP.pdf)
4. [https://arxiv.org/PS\\_cache/arxiv/pdf/0901/0901.1803v1.pdf](https://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0901/0901.1803v1.pdf)
5. [http://elibrary.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/Uspechi\\_Fiz\\_Nauk/1974/4/r744a.pdf](http://elibrary.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/Uspechi_Fiz_Nauk/1974/4/r744a.pdf)
6. <http://moodle.ipo.kpi.ua/moodle/file.php/497/gl9.pdf>
7. <http://booksshare.net/books/physics/izumov-ua/1984/files/siromyatnikovfazovieperekhodi1984.djvu>