

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
Фізичний факультет
Кафедра прикладної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан фізичного факультету

В.Ю. Лазур
Лазур В.Ю./
« 02 » березня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ АКУСТООПТИКИ

Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	10 природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Освітньо-професійна програма
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізичні основи акустооптики» для здобувачів вищої освіти галузі знань 10 природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали Освітньо – професійна програма

Розробник: Феделеш В.І. доцент, кандидат фізико-математичних наук

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри прикладної фізики

Протокол № 8 від «23» 02 2023 року

Завідувач кафедри прикладної фізики  (Небола І.І.)

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 7 від «02» 03 2023 року

Голова науково-методичної комісії  (Карбованець М.І.)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 120	1 й	
Кількість модулів – 2	Семестр	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студентів –	2-й	
	Лекції	
	22 год.	
	Практичні (семінарські)	
	-	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні	
	20 год.	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота	
	78 год	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 42/78

для заочної форми навчання – відсутня

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізичні основи акустооптики» є формування системи знань із теорії акустооптичного ефекту ізотропних та анізотропних матеріалів і принципами побудови та методами проектування акустооптичних пристроїв.

Завдання дисципліни – Вивчити тензорний опис механічних, електромеханічних, діелектричних, пружних, п'єзоелектричних та п'єзооптичних властивостей кристалів, необхідний для збудження ультразвукових хвиль та деформацій оптичної індикатриси. Вивчити закономірності взаємодії звукових та світлових хвиль, методи реалізації різних форм дифракції світла та синхронізації світлових і звукових пучків.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Програмні компетентності	
Інтегральна компетентність	Здатність самостійно ставити та розв'язувати на інноваційному рівні наукові та науково-технічні задачі в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.
Загальні компетентності (ЗК)	ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК 6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні. ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
Фахові (спеціальні) компетентності (ФК)	ФК1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проєктів. ФК2. Здатність виконувати аналіз спеціальної літератури, формулювати постановку наукової або науково-технічної задачі, обирати методи та методики, складати програми наукових досліджень та науково-технічних розробок у галузі прикладної фізики та наноматеріалів. ФК3. Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для проведення наукового дослідження або науково-технічної розробки (матеріали, апаратура, обладнання, обчислювальна техніка та інше).. ФК 7. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Фізичні основи акустооптики» тісно пов'язана з дисциплінами, які вивчаються у вузі. Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Фізичні основи акустооптики» є опанування студентами таких навчальних дисциплін освітньої програми «Прикладна фізика і наноматеріали»:

ОК1.1.8 Математичний аналіз

ОК1.1.9 Електричні і магнітні явища,

ОК 1.2.1. Симетрія та енергетична структура в конденсованому стані

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми вивчення навчальної дисципліни «Фізичні основи акустооптики» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.	ПРН03
Ефективно працювати як індивідуально, так і в складі команди, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт у галузі прикладної фізики та наноматеріалів	ПРН06
Коректно формулювати професійні висновки, аргументувати власну позицію, презентувати результати досліджень і розробок та доносити їх до аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.	ПРН07
Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.	ПРН09
Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.	ПРН11
Планувати й організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів.	ПРН12
Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.	ПРН 14

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Фізичні основи акустооптики»:

Очікувані результати навчання	Шифр ПРН
Знати тензорний опис п'єзооптичних властивостей матеріалів	ПРН10
Знати методи збудження об'ємних та поверхневих ультразвукових хвиль	ПРН10
Знати принцип будови приладів з використанням акустооптичних взаємодій.	ПРН10
Знати основні закономірності АО взаємодій	ПРН10
Вміти класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі акустооптики.	ПРН03
Вміти оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт при розробці акустооптичних пристроїв	ПРН06
Вміти презентувати результати акустооптичних досліджень і розробок.	ПРН07
Вміти застосовувати акустооптичні методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали	ПРН09
Вміти виміряти пружні характеристики ізотропних та анізотропних матеріалів	ПРН11.
Вміти виміряти пружньооптичні коефіцієнти та встановити їхні тензорні індекси	ПРН11

Вміти визначити характеристики АОМ, АОД світла	ПРН11
Вміти вибрати кристалічні зразки для отримання ізотропної та анізотропної дифракції світла	ПРН11
Вміти організувати результативну професійну діяльність при розробці та реалізації наукових і прикладних проєктів.	ПРН12
Знати закономірності розвитку акустооптики та акустооптичних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів.	ПРН14

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 «Фізичні основи акустооптики» є:

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

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування перед початком занять;
- 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.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік. До заліку допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

Оцінювання знань студентів здійснюється на основі результатів:

- поточного контролю знань;
- проміжного модульного контролю знань ;
- підсумкового семестрового контролю знань – залік.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота							Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
5	6	6	5	6	6	6	60	100

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 – 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	10	10	60	100

T1, T2, T3, T4, T5 – 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)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	4	20	1	5
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	2	20	2	20
Модульна контрольна робота		60		75
Разом	6	100	3	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється 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 «Фізичні основи акустооптики» здійснюється у виді заліку. Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано», „незараховано”.

Підсумкова оцінка «зараховано»/«не зараховано» визначається наступними критеріями:

- оцінка «зараховано» виставляється в тому разі, коли студент бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, демонструє вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, демонструє здатність до мислення, кваліфіковано використовує набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

- оцінка «незараховано» виставляється тоді, коли студент 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 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 студента 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 та вище	зараховано	A	відмінно
80-89	зараховано	B	добре
65-79	зараховано	C	добре
55-64	зараховано	D	задовільно
50-54	зараховано	E	задовільно
35-49	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань із навчальних дисциплін, з яких передбачено залік, заносяться до залікової відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи акустооптики

Тема 1. Методи керування оптичним випромінюванням. Особливості акустооптичного методу керування, переваги і недоліки

Тема 2. Фотопружний ефект. Рівняння Рамана-Ната. Режими дифракції Рамана-Ната і Брегга. Векторні діаграми.

Тема 3. Модуляція амплітуди, частоти, фази сигналу. Основні характеристики модуляторів.

Тема 4. Основні характеристики дефлекторів. Ізотропна і анізотропна геометрія дефлектора

Тема 5. Модулятори неполяризованого світла. Двохкоординатний дефлектор

Тема 6. Методи вимірювання коефіцієнта акустооптичної якості.

Тема 7. Вимірювання акустичних характеристик акустооптичних матеріалів.

Модуль 2. Акустооптичні фільтри

Тема 1. Основні характеристики фільтрів. Акустооптичні фільтри з багаторазовою взаємодією світла з ультразвуком

Тема 2. Колінеарні і квазіколінеарні фільтри. Фільтри зображень.

Тема 3. Ультразвукові лінії затримки (УЛЗ)

Тема 4. Поширення світла в планарних оптичних хвилеводах (основи інтегральної оптики)

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин - 120					
	Форма навчання: денна					
	Усього 120	у тому числі				
Лекції 22		практичні (семінарські)	Лабораторні 20	індивідуальна	самостійна робота 78	
Модуль 1						
Тема 1. Методи керування оптичним випромінюванням. Особливості акустооптичного методу керування, переваги і недоліки	6	2				6
Тема 2. Фотопружний ефект. Рівняння Рамана-Ната. Режими дифракції Рамана-Ната і Брегга. Векторні діаграми.	8	2				6
Тема 3. Модуляція амплітуди, частоти, фази сигналу. Основні характеристики модуляторів.	10	2		2		6
Тема 4. Основні характеристики дефлекторів. Ізотропна і анізотропна геометрія дефлектора	12	2		4		6
Тема 5. Модулятори неполяризованого світла. Двохкоординатний дефлектор	8	2				6
Тема 6. Методи вимірювання коефіцієнта акустооптичної якості.	12	2		4		6
Тема 7. Вимірювання акустичних характеристик акустооптичних матеріалів.	12	2		4		6
Модульна контрольна робота	2			2		
Разом за модуль	70	14		16		42
Модуль 2						
Тема 1. Основні характеристики фільтрів. Акустооптичні фільтри з багаторазовою взаємодією світла з ультразвуком	14	2		2		10
Тема. Колінарні і квазіколінарні фільтри. Фільтри зображень.	10	2				8
Тема 3. Ультразвукові лінії затримки (УЛЗ)	14	2		2		10
Тема 4. Поширення світла в планарних оптичних хвилеводах (основи інтегральної оптики)	10	2				8
Модульна контрольна робота	2			2		
Разом за модуль	50	8		6		36

6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№	Тема	Кількість годин
1	Вимірювання швидкостей поширення УЗ хвиль ізотропних матеріалів.	2
2	Вимірювання швидкостей поширення УЗ хвиль анізотропних матеріалів.	4
3	Методи вимірювання коефіцієнта акустооптичної якості.	4
4	Дослідження параметрів АОД.	4
5	Дослідження параметрів АОМ.	4
6	Дослідження ультразвукових ліній затримки (УЛЗ)	2
	Разом	20

6.4. Самостійна робота

№	Тема	Кількість годин
1	Рівняння Рамана-Ната.	6
2	Модуляція амплітуди, частоти, фази сигналу.	8
3	Акустооптичні фільтри з багаторазовою взаємодією світла з ультразвуком.	8
4	Конвольвери, аналізатори спектра	6
5	Акустооптичні дисперсійні лінії затримки.	6
6	Акустооптичний метод диференціювання зображень	8
7	Акустооптична рефракція.	6
8	Каскадна нелінійність при взаємодії трьох хвиль.	6
9	Акустооптичні взаємодія хвильових пучків при порушенні умови Бреґґа.	8
10	Заломлення світла при квазіколінеарній взаємодії в парателуриті.	8
11	Акустооптичні "лазер" і акустооптичний стабілізатор інтенсивності світлового пучка.	8
	Разом	78

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

Технічні засоби: Мультимедійний проектор.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Романюк М.О. Акустооптика. – К.: УМК ВО, 1989. – 88 с.
2. Korpel A. Acusto-optics. CRC Press; 2nd edition (November 6, 1996), 360 p. ISBN-10 : 082479771X ISBN-13 : 978-0824797713
3. Design and fabrication of acousto-optic devices. / Ed. A.P.Goutzoulis and D.R.Pape. N.Y.: Marcel Dekker, 1994.

4. Acousto-Optics, Second Edition (Optical Science and Engineering) 2nd Edition CRC Press; 2nd edition (November 6, 1996)

Допоміжна література

1. Smit T.M., Korpel A. Measurement of light –sound interaction efficiency solids. IEEE J. Quant. El., 1965, v. QE-1, 1965, v. QE-1, №9, p. 283-284.
2. Dixon R.W., Cohen M.G. A new technique for measuring magnitudes photoelastic tensors and its application to lithium niobate. Appl. Phys. Lett., 1966, v. 8, № 8, p. 205-206.
3. Pinnow D.A. Guide lines for the selection of acoustooptic materials. EE J. Quant. El., 1970, v. QE-6, №4, p. 223-238.