Форма № Н - 3.04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

Кафедра фізики твердого тіла

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан фізичного факультету

_____ проф. Якібчук П.М.

"27" 06 2017 року

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕЛЕКТРОННА МІКРОСКОПІЯ ТА СПЕКТРОСКОПІЯ

галузь знань:	10 Природничі науки
спеціальність:	104 Фізика та астрономія
спеціалізація:	Фізика твердого тіла
факультет:	Фізичний

Львів – 2017 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **“Електронна мікроскопія та спектроскопія”** для підготовки доктора філософії з природничих наук за спеціальністю 104 Фізика та астрономія, 2017. – 6 с.

Розробник:
кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики твердого тіла Кулик Б.Я.

Програма затверджена на засіданні кафедри фізики твердого тіла

Протокол № 5 від 12.05.17

Завідувач кафедри фізики твердого тіла

_____ В.Б. Капустяник

_____

Схвалено Вченою радою фізичного факультету

Протокол № 5 від 27.06.2017

Голова Вченої ради фізичного факультету

_____ П.М. Якібчук

_____

1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни **“Електронна мікроскопія та спектроскопія”**)

<table>
<tr><th>Найменування показників</th><th>Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</th><th>Характеристика навчальної дисципліни</th></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 3</td><td>Галузь знань:
10 Природничі науки</td><td>Денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td rowspan="2">Спеціальність:
104 Фізика та астрономія</td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Блоків змістових модулів – 1</td><td>Рік підготовки –другий</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td><td rowspan="2">Спеціалізація:
Фізика твердого тіла</td><td>Семестр – 4</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Тижневих годин:
аудиторних – 3
самостійної роботи – 2,625</td><td>Лекції – 32 год</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Освітньо-кваліфікаційний рівень:
доктор філософії</td><td>Практичні – 16 год</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота – 42 год</td></tr>
<tr><td>Вид контролю – іспит</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить – 1,143.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна "Електронна мікроскопія та спектроскопія" узагальнює та систематизує знання аспірантів, отримані з інших дисциплін та ознайомлює з новими фізичними методами електронної, зондової мікроскопії та спектроскопії дослідження поверхні матеріалів.

Мета: формування у майбутнього науковця необхідних теоретичних знань і практичних навиків з принципів, методів та можливостей мікроскопії і спектроскопії.

Завдання: навчити аспірантів самостійному вибору оптимальних методів мікроскопії і спектроскопії для дослідження конкретних об'єктів у процесі виконання їхньої дисертаційної роботи.

В результаті вивчення цього курсу аспірант повинен

знати:

основні поняття курсу, які викладені у програмі – сучасні мікроскопічні і спектроскопічні методи вивчення матеріалів, їхній фізичний принцип роботи, можливості та застосування.

вміти:

працювати на електронному та зондовому мікроскопах, інтерпретувати отримані зображення поверхні матеріалів, проводити мікроаналіз та використовувати отримані результати у науковий роботі.

Навчальний курс охоплює **3 кредити (90 год)**. Курс складається з 32 год лекційних занять, 16 год практичних занять та 42 год самостійної роботи. Тижневе навантаження студента складає 3 год аудиторних занять та 2,625 год самостійної роботи.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Основні поняття оптичної та електронної мікроскопії.

Методи формування зображення. Оптичний мікроскоп і його характеристики. Роздільна здатність. Збільшення. Дифракційна межа. Критерій Релея. Глибина поля і глибина фокуса. Аберації оптичних систем. Світло і електрони.

Тема 2. Взаємодія електронного пучка з речовиною.

Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Рух зарядженої частинки у електричному і магнітних полях. Електромагнітні лінзи. Пружне і непружне розсіювання електронів.

Тема 3. Просвітлювальна електронна мікроскопія.

Будова, принцип роботи та можливості просвітлюючого електронного мікроскопа. Механізми контрасту. Приготування зразків.

Тема 4. Сканувальна електронна мікроскопія.

Будова, принцип роботи та можливості сканувального електронного мікроскопа. Граничне розділення. Топографічні та композиційні зображення. Приготування зразків. Мікроскопія низьких напругах.

Тема 5. Рентгенівський мікроаналіз.

Природа рентгенівського випромінювання у зразку. Методи реєстрації рентгенівського випромінювання. Спектрометр з дисперсією по енергії та довжині хвилі. Якісний і кількісний мікроаналіз зразків.

Тема 6. Сканувальна зондова мікроскопія.

Основні принципи та поняття сканувальної зондової мікроскопії. Будова, характеристики та можливості зондових мікроскопів. Сканери зондових мікроскопів. Зондові датчики. Атомно-силова мікроскопія. Режими атомно-силової мікроскопії. Основні та допоміжні сигнали зондових датчиків. Локальний аналіз провідності та намагнічення. Сканувальна тунельна мікроскопія. Приготування вістря для тунельного мікроскопа. Приготування зразків. Отримання та аналіз зображень.

Тема 7. Спектроскопічні методи дослідження матеріалів.

Рентгенівська та іонна спектроскопія. Мас-спектроскопія. Спектроскопія резерфордівського зворотного розсіювання. Фотоелектронна та оже-спектроскопії. Раманівська спектроскопія.

4. Структура навчальної дисципліни

№	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
		лк	пр	лаб	ср
	МОДУЛЬ 1				
1	Основні поняття оптичної та електронної мікроскопії	4	2	–	6
2	Взаємодія електронного пучка з речовиною	4	2	–	6
3	Просвітлювальна електронна мікроскопія	4	2	–	6
4	Сканувальна електронна мікроскопія	4	2	–	6
5	Рентгенівський мікроаналіз	4	2	–	6
6	Сканувальна зондова мікроскопія	8	4	–	6
7	Спектроскопічні методи дослідження матеріалів	4	2	–	6
	ВСЬОГО	**32**	**16**	**–**	**116**

5. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
	МОДУЛЬ 1	
1	Отримання та аналіз топологічного зображення у режимі вторинних електронів	2
2	Отримання та аналіз топологічного і композиційного зображень у режимі пружно-відбитих електронів	2
3	Проведення енергодисперсного та хвильового рентгенівського мікроаналізу, опрацювання та аналіз результатів	2
4	Отримання зображення поверхні контактним режимом роботи атомно-силового мікроскопа, його опрацювання та аналіз	2
5	Отримання зображення поверхні напівконтактним режимом роботи атомно-силового мікроскопа, його опрацювання та аналіз	2
6	Отримання зображення поверхні безконтактним режимом роботи атомно-силового мікроскопа, його опрацювання та аналіз	2
7	Вивчення локальних електричних та магнітних властивостей матеріалів з використанням атомно-силової мікроскопії	2
8	Отримання зображення поверхні провідного зразка режимом постійного струму та постійної висоти сканувального тунельного мікроскопа, його опрацювання та аналіз	2
	ВСЬОГО	**16**

6. Методи навчання

Використовуються такі методи навчання:
а) *словесні* – лекція, пояснення, бесіда, інструктаж (вступний та поточний) під час виконання практичних чи лабораторних робіт;
б) *наочні* – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами, зображеннями та графіками;
в) *практичні* – виконання практичних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи для отримання нових знань, перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень, узагальнень та аналізу та формування вмінь і навичок інтерпретації результатів досліджень різноманітних об’єктів.

7. Розподіл балів, що присвоюються аспірантам

Контроль знань здійснюється за результатами іспиту.

Шкала оцінювання: вузу, національна та ECTS

Оцінка ЄКТС	Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
		Екзамен	
A	90–100	5	відмінно
B	81–89	4	дуже добре
C	71–80		добре
D	61–70	3	задовільно
E	51–60		достатньо

8. Рекомендована література

Базова:

1. Тузяк О.Я., Курляк В.Ю. Основи електронної та зондової мікроскопії, навч. посібник, – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 296 с.
2. Гоулдстейн Дж., Джой Д., Лифшин Э., Ньюбери Д., Фиори Ч., Эчлин П., Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ, – МИР, Москва, 1984 г., 303 с.
3. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учеб. пособие для студентов старших курсов вузов. — Нижний Новгород: ИФМ РАН, 2004. — 114 с.
4. Peter J. Goodhew, John Humphreys, Richard Beanland, Electron Microscopy and Analysis, Third Edition, CRC Press, 2000. - 254 p.

Допоміжна:

1. Архіпова Т. Ф., Осадчук А. Ю. Прикладне матеріалознавствоб навч. посібник, – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 60 с.
2. А.М. Горячко, С.П. Кулик, О.В. Прокопенко, Основи скануючої зондової мікроскопії та спектроскопії, навч. Посібник, – К.: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2011. – 133 с.
3. Электронная спектроскопия / К.Зигбан, Н. Нордлинг, А.Фальман и др. – М.: Мир, 1971. – 493 с.
4. Egerton, R.F. Physical Principles of Electron Microscopy, Springer Science+Business Media, Inc., 2005. - 211 p.