

Національна академія наук України
Інститут скінтіляційних матеріалів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту скінтіляційних
матеріалів НАН України



Б.В. Гриньов

(підпис)

« » 20 р.

М.П.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Радіолюмінесценція конденсованого стану

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

освітньо-наукова програма – підготовки доктора філософії в галузі
природничих наук

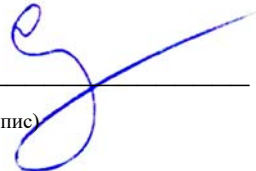
2020/2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою Інституту
сцинтиляційних матеріалів НАН України від 27.07.2020 року, протокол № 4

Розробник програми:

Галунов Микола Захарович, доктор фіз.-мат. наук, професор

Гарант освітньо-наукової програми



(підпис)

О.В. Сорокін

(прізвище та ініціали)

Вступ

Програма навчальної дисципліни «Радіолюмінесценція конденсованого стану» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії (третій рівень вищої освіти) за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

1. Опис навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є: ознайомити аспірантів з основними ідеями та експериментальними методами дослідження та створення сцинтиляційних матеріалів, зокрема органічних і композиційних.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти повинні досягти таких результатів навчання:

– здатність продемонструвати глибинні професійні знання, науковий і культурний кругозір рівня здобувача наукового ступеня доктора філософії, зокрема шляхом засвоєння, узагальнення та систематизації знань та основних концепцій, теоретичних та практичних проблем дослідження сцинтиляційних матеріалів, розуміти природу їх фізичних властивостей;

– здатність на основі фізичних законів та розуміння структури сцинтиляційних матеріалів прогнозувати їх сцинтиляційні властивості, а також оптичні та люмінесцентні, а та розуміти особливості їх створення із застосуванням сучасних методів та технологій.

Характеристика навчальної дисципліни

Тип	Дисципліна за вибором
Форма навчання	Денна
Рік підготовки	2
Семестр	3, 4
Кількість кредитів	10
Загальна кількість годин	300
Аудиторні заняття (лекції, практичні заняття та семінари)	120
Самостійна робота	180
Контроль	Залік, іспит

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 1. Основні поняття та закони люмінесценції.

Тема 2. Фотопровідність і фотоносії.

- Тема 3.** Перенесення енергії і дипольно-дипольна взаємодія
- Тема 4.** Дипольне-дипольне перенесення енергії у жорстких і рідких розчинах.
- Тема 5.** Енергія взаємодій в системах з різним типом зв'язку.
- Тема 6.** Хімічний зв'язок і властивості неорганічних напівпровідників
- Тема 7.** Джерела світла. Принципи і основи роботи лазерів
- Тема 8.** Люмінесцентні наночастинки і нанокомпозити для зчитування і побудови зображень
- Тема 9.** Великий адронний колайдер у ЦЕРН, його задачі і основні експерименти.
- Тема 10.** Загальні характеристики сцинтиляторів
- Тема 11.** Загальні аспекти застосування сцинтиляторів.
- Тема 12.** Процеси, що виникають під дією іонізуючого випромінювання
- Тема 13.** Транспорт носіїв заряду та їх рекомбінація у конденсованих середовищах.
- Тема 14.** Формування сцинтиляційного імпульсу.
- Тема 15.** Спектральні характеристики органічних сцинтиляторів.
- Тема 16.** Методи дослідження радіолюмінесценції.
- Тема 17.** Кінетика формування імпульсу радіолюмінесценції.
- Тема 18.** Миттєва і затримана радіолюмінесценція.
- Тема 19.** Світлозбирання та реабсорбція.
- Тема 20.** Особливості застосування органічних сцинтиляторів.
- Тема 21.** Консультація перед іспитом. Іспит.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	у тому числі			
		Аудиторні заняття			самостійна робота
		лекції	семінари	Практичні заняття	
1	2	3	4	5	6
Тема 1.	20	8			12
Тема 2.	10	4			6
Тема 3	10	4			6
Тема 4	20	8			12

Тема 5	10	4			6
Тема 6	10	4			6
Тема 7.	20	8			12
Тема 8.	20	8			12
Тема 9.	10	4			6
Тема 10.	10	4			6
Тема 11.	14	4			10
Тема 12.	14	4			10
Тема 13.	20	8			12
Тема 14.	20	8			12
Тема 15.	14	4			10
Тема 16.	24	4		10	10
Тема 17.	10	4			6
Тема 18.	10	4			6
Тема 19.	16	4		2	10
Тема 20.	14	4			10
Тема 21.	4	4			
Усього годин	300	108		22	180

4. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні типи люмінесценції. Люмінесценція систем із різною силою зв'язку. Види гасіння люмінесценції. Зв'язок інтенсивності з вектором Пойнтинга. Зв'язок між коефіцієнтами Ейнштейна. Потужність люмінесценції.	12
2.	Види фотопровідності. Внутрішньозонна фотопровідність. Охолодження носіїв. Спектр фотоносіїв	6
3.	Теорема Паулі. Хімічний потенціал. Ефекти Яна-Теллера. Мультиполі.	6
4.	Врахування ближнього порядку. Усереднення ймовірність перенесення при великих концентраціях акцептора. Модель суцільного поглинаючого середовища. Модель «повного перемішування».	12
5.	Основи зонної теорії. Стрибковий механізм перенесення носіїв заряду. Інтеграл перенесення. Перенесення локалізованих носіїв заряду. Вплив поляризації.	6
6.	Особливості руху електронів твердого тіла в електричних, магнітних, теплових полях. Рівняння руху електронів в кристалічній ґратці під дією сили. Квазічастинки, дірки.	6

7.	Органічні світлодіоди OLED. Лазерні діоди. Суперлюмінесцентні діоди. Напівпровідникові лазери.	12
8.	Нанорозмірні флуоресцентні випромінювачі. Зелені флуоресцентні білки. Парні полімери. Напівпровідникові квантові точки. Люмінесцентні наночастинки із ап конверсією. Кластери благородних металів, що містять кілька атомів. Люмінесцентні вуглецеві матеріали. Лантаніди, їх комплекси та біопов'язанні матеріали. Наноккомпозити із екситон-плазмонами та екситон-екситонними взаємодіями.	12
9.	Основні детекторні системи, що застосовуються у ВАК	6
10.	Формування структури сцинтиляторів. Пластмасові сцинтилятори. Рідкі сцинтилятори. Композиційні сцинтилятори. Полікристалічні сцинтилятори.	6
11.	Рекомбінаційна радіолюмінесценція ЛГК. Рекомбінаційна радіолюмінесценція молекулярних органічних конденсованих середовищ. Радіолюмінесценція, що збуджується у областях низької щільності активації. Радіолюмінесценція, що збуджується у областях високої щільності активації.	10
12.	Особливості передачі енергії іонізуючого випромінювання сцинтилятору. Ковзаючі і лобові зіткнення. Прямолінійність треків важких частинок. Структура треків частинок. Первинні короткоживучі збудженні стани. Надзбуджені стани. Плазмони.	10
13.	Локалізація і делокалізація носіїв заряду, вплив поляризації. Роль гарячих носіїв заряду.	12
14.	Швидка та повільна компоненти сцинтиляційного імпульсу. Екситон-екситонні і екситон-фотонні реакції. Розповсюдження світла у сцинтиляторах.	12
15.	Характеристики сцинтиляторів на основі стільбена та <i>n</i> -терфеніла. Пластмасові сцинтилятори.	10
16.	Джерела іонізуючого випромінювання. Кінетика радіолюмінесценції.	10
17.	Сенсибілізована радіолюмінесценція. Залежність кінетики світіння від в'язкості середовища.	6
18.	Радіолюмінесценція у областях низької та високої щільності активатора.	6
19.	Спотворення сигналу радіолюмінесценції.	10

	Сцинтилятори великих розмірів.	
20.	Швидкодіючі сцинтиляторів. Реєстрація нейтронів. Сцинтилятори для задач спектрометрії, радіометрії та дозиметрії.	10
	Разом	180

5. Методи контролю

Усні відповіді на запитання залікового завдання.

Письмові відповіді на запитання екзаменаційного завдання.

6. Розподіл балів, які отримують

Самостійна робота	Поточний контроль (залік)	Підсумковий контроль (іспит)	Сума
30	20	50	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

7. Рекомендована література

Базова

1. Галунов Н.З., Семиноженко В.П. Радиолюминесценция органических конденсированных сред. Теория и применение. – Киев: Наукова думка, 2015. – 464 с.

2. Гринев Б.В., Глобус М.Е. Неорганические сцинтилляторы. Новые и традиционные материалы. – Харьков: Акта, 2000. – 402 с.
3. Р.Ю. Шендрик. Введение в физику сцинтилляторов: Учебное пособие. – Иркутск: изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013. – 110 с.
4. Силиньш Э.А. Электронные состояния органических молекулярных кристаллов. – Рига: Зинанте, 1978. – 344 с.
5. Поуп М., Свенберг Ч. Электронные процессы в органических кристаллах: В 2 т. – М.: Мир, 1985.
6. Агранович В.М., Галанин М.Д. Перенос энергии электронного возбуждения в конденсированных средах. – М.: Наука, 1978. – 384 с.

Допоміжна

1. Галунов Н.З., Семиноженко В.П. Теория и применение радиолюминесценции органических конденсированных сред. – Киев: Наукова думка, 1997. – 279 с.
2. Галунов Н.З., Тарасенко О.А. Формирование треков ионизирующих излучений в органических конденсированных средах. – Харьков: ИСМА, 2011. – 480 с.
3. Valeur B. Molecular Fluorescence. Principles and Applications. – Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2002. – 381 p.
4. Пустоваров В.А. Люминесценция твердых тел: учебное пособие. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 128 с.
5. Lakowicz J.R. Principles of Fluorescence Spectroscopy. Third Edition. – Singapore: Springer Science+Business Media, 2006. – 954 p.
6. Нокс Р. Теория экситонов. – М.: Мир, 1966. – 219 с.