

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Навчально-науковий фізико-технологічний інститут
Кафедра експериментальної фізики, інформаційних та освітніх
технологій

СИЛАБУС
вибіркового освітнього компонента

ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ НАПІВПРОВІДНИКІВ

підготовки магістра

Луцьк – 2024

Силабус освітнього компонента «Люмінесценція напівпровідників» підготовки магістра.

Розробник: Галян Володимир Володимирович, завідувач кафедри - професор, доктор фізико-математичних наук, професор.

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:



Галян В.В.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій.

протокол № 1 від 30.08.2024 р.

Завідувач кафедри: 

Галян В.В.

© Галян В.В., 2024

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня-професійна програма, освітній ступінь	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	10 Природничі науки 105 Прикладна фізика та наноматеріали Прикладна фізика Магістр	Вибірковий
Кількість годин/кредитів 120/4		Рік навчання 1
		Семестр 1-ий
		Лекції 10 год.
		Практичні роботи 14 год.
ІНДЗ: немає		Самостійна робота 88 год.
		Консультації 8 год.
		Форма контролю: залік
Мова викладання		Українська

II. Інформація про викладача

ППП: Галян Володимир Володимирович

Науковий ступінь: доктор фіз.-мат. наук

Вчене звання: професор

Посада: завідувач кафедри - професор

Контактна інформація: 0962267761, halyan.volodimir@vnu.edu.ua

Дні занять: <http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi>

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація освітнього компонента

Силабус вибіркового освітнього компонента «Люмінесценція напівпровідників» складено з урахуванням потреб формування індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів другого (магістерського) рівня освіти.

Курс «Люмінесценція напівпровідників» спрямований на вивчення фізичних основ випромінювальних процесів у напівпровідникових матеріалах та їх застосування в оптоелектроніці. Розглядаються енергетичні переходи в зонній теорії твердого тіла, механізми люмінесценції, вплив домішок і дефектів, методи спектроскопії та аналізу випромінювання. Особливу увагу приділено практичним застосуванням: світлодіодам, лазерам, сенсорам і наноструктурним матеріалам.

2. Мета і завдання освітнього компонента

Мета вивчення освітнього компонента. Сформувати у здобувачів освіти цілісне розуміння фізичних механізмів люмінесценції у напівпровідникових матеріалах і структурах,

а також надати практичні навички їх дослідження та застосування в сучасних оптоелектронних технологіях.

ОК Люмінесценція напівпровідників спрямований на інтеграцію фундаментальних знань фізики твердого тіла з прикладними аспектами створення та використання люмінесцентних матеріалів у світлотехніці, лазерній техніці, сенсориці та телекомунікаціях.

Завдання освітнього компонента полягає в тому, щоб:

- Ознайомити здобувачів з класифікацією видів люмінесценції (фотолюмінесценція, електролюмінесценція, катодолюмінесценція тощо) та їх фізичними особливостями.
- Вивчити енергетичні переходи в зонній теорії напівпровідників і механізми випромінювальних процесів.
- Розглянути вплив домішок, дефектів та наноструктур (квантові точки, нанодропи, тонкі плівки) на люмінесцентні властивості матеріалів.
- Засвоїти основні методи експериментальних досліджень люмінесценції: фотолюмінесцентна спектроскопія, катодолюмінесценція, температурні вимірювання.
- Навчитися аналізувати спектри люмінесценції та робити висновки про властивості матеріалів.
- Ознайомитися з сучасними прикладними технологіями, що базуються на люмінесценції: світлодіоди, напівпровідникові лазери, сенсори та фотодетектори.

3. Soft skills

Після вивчення освітнього компонента «Цифрова обробка сигналів і зображень» здобувач освіти розвине такі *soft skills*:

Критичне та аналітичне мислення (уміння оцінювати дані, вибирати оптимальні методи обробки та аналізу).

Розв'язання комплексних проблем (здатність знаходити ефективні технічні рішення в умовах обмежених ресурсів і часових рамок).

Креативність та інноваційність (розробка нових підходів до обробки сигналів і зображень для нестандартних задач).

Інформаційна грамотність (вміння працювати з великими масивами даних, аналізувати їх та робити обґрунтовані висновки).

Комунікаційні навички (чітке пояснення технічних рішень колегам та замовникам, підготовка презентацій результатів).

Адаптивність та гнучкість (швидке освоєння нових інструментів, алгоритмів і технологій обробки даних).

Самоорганізація та тайм-менеджмент (ефективне планування роботи над дослідженнями та проєктами).

4. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ. роб.	Сам. роб.	Конс.	Форма контр./ Бали
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Поняття люмінесценції. Класифікація видів люмінесценції та їх фізична природа.	18	1	2	14	1	ПР/10
Тема 2. Зонна теорія та механізми випромінювання в напівпровідниках.	22	2	4	15	1	ПР/10 ПР/8
Тема 3. Вплив дефектів і домішок на люмінесцентні властивості. Центри	21	2	2	15	2	ПР/10 ПР/8

випромінювання та їх роль у формуванні спектрів.						
Тема 4. Наноструктури та квантові точки. Особливості люмінесценції в низькорозмірних системах.	20	1	2	15	2	ПР/10 ПР/8
Тема 5. Методи дослідження люмінесценції. Спектроскопія. Кінетика затухання випромінювання.	20	2	2	15	1	ПР/10 ПР/8
Тема 6. Прикладні аспекти люмінесценції. Світлодіодні технології, напівпровідникові лазери, сенсори та фотодетектори.	19	2	2	14	1	ПР/10 ПР/8
Разом за модулем 1	120	10	14	88	8	100
Всього годин/Балів	120	10	14	88	8	100

*Форма контролю: ПР – виконання практичної роботи.

Завдання для самостійного опрацювання.

Самостійна робота здобувачів освіти – основний вид засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час. Під час самостійної роботи здобувач освіти опрацьовує теоретичний матеріал, виконує індивідуальні завдання, проводить науково-дослідну роботу тощо. Самостійна робота здобувачів освіти оцінюється під час поточного контролю. Самостійна робота здобувачів освіти включає теми, що подані в таблиці.

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	Історичний розвиток досліджень люмінесценції та ключові наукові відкриття у цій галузі.	11
2	Люмінесценція у кристалах і склоподібних напівпровідниках: порівняння властивостей.	11
3	Вплив зовнішніх чинників (тиску, магнітного поля, радіаційного опромінення) на люмінесценцію.	11
4	Термоактивована люмінесценція та її використання в дозиметрії.	11
5	Люмінесценція рідкісноземельних іонів у напівпровідникових матрицях.	11
6	Біоломінесценція та її використання в біофізиці й біомедичних технологіях (порівняльний аналіз із напівпровідниковою).	11
7	Сучасні комп'ютерні методи моделювання процесів люмінесценції.	11
8	Перспективи застосування люмінесценції у квантових технологіях та нанофотоніці.	11
Разом		88

IV. Політика оцінювання

Політика оцінювання результатів навчання здобувачів освіти регламентується положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://is.gd/hhhmI3>).

Відвідування лекцій та відсутність на них здобувачів освіти не оцінюється. Однак, рекомендується здобувачам освіти відвідувати лекційні заняття, оскільки на них докладно викладається теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для успішного завершення курсу. Система оцінювання даного освітнього компонента орієнтована на отримання балів за активність здобувача освіти, а також виконання ним завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має за мету перевірку рівня підготовленості здобувачів освіти до виконання конкретної роботи. Максимальна кількість балів за поточний контроль з ОК, становить 100 балів. Кожна практична робота оцінюється в 10, або 8 балів. Максимальною оцінкою (кількістю балів) оцінюється робота, виконана правильно із докладними поясненнями, вчасно і самостійно.

Оцінка	Критерії оцінювання здобувачів освіти
10	Завдання виконане повністю та без помилок. Використано оптимальні методи та інструменти. Результати оформлені акуратно, з поясненнями та демонстрацією роботи програми/редактора. Є додаткові покращення або дослідження, що виходять за межі вимог.
9	Завдання виконане повністю, незначні несуттєві похибки у результатах або оформленні. Є всі необхідні пояснення та коректна демонстрація роботи.
8	Завдання виконане повністю, але є кілька дрібних технічних чи оформлювальних недоліків (наприклад, неточність у налаштуваннях параметрів або відсутність частини коментарів).
7	Завдання в цілому виконане, але є помилки у використанні інструментів або невеликі відхилення від вимог. Демонстрація та пояснення присутні, але неповні.
6	Завдання виконане частково або з помилками, що впливають на якість результату. Оформлення та пояснення мінімальні.
5	Виконано менше 70% завдання. Є серйозні помилки у результатах або використанні програмних засобів. Пояснення відсутні або поверхневі.
4	Виконано менше половини завдання, частина інструментів використана неправильно. Результати не відповідають вимогам.
3	Виконано лише окремі кроки завдання, результат практично непридатний
2	Завдання виконане формально, але результат некоректний.
1	Спроба виконати завдання є, але без суттєвих правильних елементів.
0	Завдання не виконане або не здане.

Політика щодо дедлайнів та перескладання. Робота вважається виконаною вчасно, якщо викладач отримав звіт з її виконання не пізніше кінця доби наступної практичної роботи. У випадку, якщо здобувач освіти не відвідував окремі аудиторні заняття (з поважних причин), на консультаціях він має право відпрацювати пропущені заняття та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми.

Роботи, які містять плагіат оцінюються нульовим балом. Під час виконання практичних робіт, підсумкових робіт та інших видів навчальної діяльності здобувач вищої освіти повинен дотримуватися правил академічної доброчесності. Правила академічної доброчесності описані у статті 42 Закону України Про Освіту (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v-650729-18#Text>) та у Кодексі академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (https://ra.vnu.edu.ua/akademichna_dobrochesnist/kodeks_akademichnoi_dobrochesnosti/).

Здобувач освіти має право оскаржити результати оцінювання його діяльності шляхом написання листа на ім'я директора ННФТ інституту, у якому аргументовано вказано з яким значенням оцінки його діяльності він не погоджується.

Згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені

Лесі Українки» від 29 серпня 2024 року (https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/2024_Визнання_резул_татів_ВНУ_ім._Л.У._ред.pdf) здобувачу вищої освіти можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

У даному курсі передбачено заохочувальні бали за наукову діяльність здобувача освіти, які становлять у сумі не більше 20 балів. За публікацію тез доповідей на конференції додатково нараховується 3 бали, за публікацію статті у фаховому виданні 7 балів.

V. Підсумковий контроль

Залік виставляється за результатами поточної роботи здобувача освіти за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом ОК. У випадку, якщо здобувач освіти не відвідував окремі аудиторні заняття (з поважних причин), на консультаціях він має право відпрацювати пропущені заняття та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми.

У дату складання заліку викладач записує у відомість суму поточних балів, які здобувач освіти набрав під час поточної роботи (шкала від 0 до 100 балів). У випадку, якщо здобувач освіти протягом поточної роботи набрав менше як 60 балів, він складає залік під час ліквідації академічної заборгованості. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання анулюються. Максимальна кількість балів на залік під час ліквідації академічної заборгованості – 100.

У день складання заліку за основною сесією заборонено проводити додаткові опитування здобувача освіти, а також здобувач освіти не має права доздавати будь-який вид робіт, передбачений силабусом освітнього компоненту.

Перелік питань на залік

1. Поняття люмінесценції. Класифікація видів люмінесценції та їх фізична природа.
2. Зонна теорія та механізми випромінювання в напівпровідниках.
3. Вплив дефектів і домішок на люмінесцентні властивості.
4. Центри випромінювання та їх роль у формуванні спектрів.
4. Наноструктури та квантові точки.
5. Особливості люмінесценції в низькорозмірних системах.
5. Методи дослідження люмінесценції. Спектроскопія. Кінетика затухання випромінювання.
6. Прикладні аспекти люмінесценції. Світлодіодні технології, напівпровідникові лазери, сенсори та фотодетектори.
7. Люмінесценція у кристалах і склоподібних напівпровідниках: порівняння властивостей.
8. Вплив зовнішніх чинників (тиску, магнітного поля, радіаційного опромінення) на люмінесценцію.
9. Термоактивована люмінесценція та її використання в дозиметрії.
10. Люмінесценція рідкісноземельних іонів у напівпровідникових матрицях.
11. Сучасні комп'ютерні методи моделювання процесів люмінесценції.
12. Перспективи застосування люмінесценції у квантових технологіях та нанофотоніці.

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
0–59	Незараховано (необхідне перескладання)

VII. Рекомендована література та інтернет-ресурси

1. Вакуленко О.В., Даценко О.І. Люмінесценція напівпровідників : навчальний посібник. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. 223 с.
2. Амірханов, В. М. Люмінесценція координаційних сполук лантаноїдів : навч. посібник. КНУ. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2017. 79 с.
3. Handbook of Luminescent Semiconductor Materials. Ed. by Leah Bergman, Jeanne L. McNale. Boca Raton : CRC Press, 2012. 468 p.
4. Halyan V.V., Ivashchenko I.A. Mechanism of photoluminescence in erbium-doped chalcogenide / in book: Luminescence – OLED Technology and Applications, edited by prof. S. L. Pyshkin. DOI: 10.5772/intechopen.81445. Intechopen, 2018. P. 1–22.
5. Попик Т.Ю., Хархаліс Л.Ю., Попик Ю.В. Фізика напівпровідників. Лабораторний практикум (навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів). Ужгород : ТОВ "ІВА", 2015. 344 с.
6. Галян В. В., Шевчук М. В., Іващенко І.А. Фізика твердого тіла: навч. посіб. для студ. навч. закл. вищої освіти. Луцьк : Вежа-Друк. 2022. 156 с. ISBN 978-966-940-401-5.
7. Чебаненко А.П., Каракіс Ю.М. Фізика напівпровідників. Частина II. Рекомбінація носіїв заряду : навч.-метод. посіб. Одеса : ОНУ, 2020. 68 с.
8. Яцинюк Т., Кевшин А., Галян В., Іващенко І., Артюх В., Березнюк О., Тарасенко А. Люмінесцентні властивості стекол $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ та $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$ легованих ербієм та неодимієм. *Фізика та освітні технології*, 2023. Вип. 4, С. 28–34.
9. Яцинюк, Т., Кевшин, А., Галян, В., Іващенко, І., [та ін.]. Люмінесцентні властивості рідкісноземельних металів в кристалічних та скляних середовищах. *Фізика та освітні технології*. 2022. Вип. 1. С. 107–115.
11. Halyan V.V., Kityk I.V., Kevshyn A.H., Ivashchenko I.A., Lakshminarayana G., Shevchuk M.V., Fedorchuk A., Piasecki M. Effect of temperature on the structure and luminescence properties of $\text{Ag}_{0.05}\text{Ga}_{0.05}\text{Ge}_{0.95}\text{S}_2\text{-Er}_2\text{S}_3$ glasses. *J. Luminescence*. 2017. Vol. 181. P. 315–320.