

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка

Фізичний факультет
Кафедра експериментальної фізики

Затверджено

на засіданні кафедри експериментальної фізики
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 10 від 29.08.2025 р.)

Завідувач кафедри



проф. А.С.Волошиновський

Силабус з навчальної дисципліни

“ТЕХНІКА І МЕТОДИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ”,

**що викладається в межах ОПП “Фізика та астрофізика”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 104 Фізика та астрономія**

Львів 2025

Назва дисципліни	Техніка і методи спектрального аналізу
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія, 8, м. Львів, 79005
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Фізичний факультет, кафедра експериментальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 104 Фізика та астрономія
Викладачі дисципліни	Гамерник Роман Васильович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри експериментальної фізики
Контактна інформація викладачів	roman.gamernyk@lnu.edu.ua , r.gamernyk@ukr.net
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту.
Сторінка дисципліни	https://physics.lnu.edu.ua/course/tekhnika-i-metody-spektralnoho-analizu
Інформація про дисципліну	Спектральний аналіз – атомний та молекулярний – став одним з найважливіших аналітичних методів у багатьох галузях науки і техніки. За допомогою цих методів вивчається будова атомів та молекул, властивості плазми; вони широко використовуються для хімічного аналізу металічних сплавів, мінералів і складних органічних речовин, при контролі технологічних процесів у більшості галузей народного господарства.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Техніка і методи спектрального аналізу» є нормативною навчальною дисципліною з спеціальності 104 Фізика та астрономія, яка викладається у 6-му семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	<p>Мета – Техніка і методи спектроскопії широко використовуються в різних областях науки, техніки для контролю і автоматизації технологічних процесів, якості, чутливості, високої точності експерименту. Найбільш характерним, на даний час, є зближення оптичної спектроскопії з радіоелектронікою, обробка отриманих даних з допомогою ЕОМ та ін. У спецкурсі розглядаються спектральна техніка, методи спектральних атомного і молекулярного аналізу, мас-спектрометрії, спектроінтерференційні методи та ін.</p> <p>Завданням курсу є освоєння техніки емісійного спектрального аналізу, ознайомлення з методами спектрального аналізу (візуальними, фотографічними, фотоелектричними способами реєстрації і розшифрування для різних типів зразків (сплаву, геологічної породи чи газової</p>

	суміші); розшифрування спектру та визначення природи атомів, які входять у склад зразка.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Туркевич В.В. Методичні вказівки до лабораторного практикуму із спецкурсу «Прикладна спектроскопія». – Львів: Вид. ЛДУ, 1990. 2. Буравлев Ю.І. і ін. Методи спектрального аналізу металів та сплавів. – К.: Техніка, 1981. 3. Туркевич В.В. Спектральний аналіз. – Львів: Вища школа, 1975. 4. Тарасов К.І. Спектральні прилади. 1977. <p>Wikipedia. http://www.wikipedia.org.</p>
Тривалість курсу	Один семестр (6 семестр)
Обсяг курсу	90 годин, з яких 64 години аудиторних занять, з них 32 год. лекцій, 32 год. лабораторних занять та 26 год. самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даного курсу студент повинен</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фізичні основи спектрального аналізу; - методи спектрального аналізу; - основні характеристики спектральних приладів, прилади високої роздільної здатності, допоміжну спектральну техніку. - способи реєстрації випромінювання. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - користуватися технікою для спектрального аналізу; - провести аналіз різного типу зразків (розчинів, порошкоподібних проб, сплавів); - підготувати зразок для проведення спектрального аналізу; - отримати спектрограму для спектрального аналізу і розшифрувати.
Ключові слова	Спектр, дифракційна ґратка, дисперсія, роздільна здатність, світлосила, приймачі світла.
Формат курсу	Очний: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Наведено у табл.1.
Підсумковий контроль, форма	залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з: Оптика, Атомна фізика
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, дискусія, виконання лабораторних робіт, підготовка доповідей.

Необхідне обладнання	Лекційні заняття – мультимедійна установка та ноутбук. Лабораторні заняття – обладнання навчальної лабораторії: атомної фізики і прикладної спектроскопії.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводяться за 100- бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: <ul style="list-style-type: none"> • робота на лекціях – 20 балів; • допуск до лабораторних робіт та захист лабораторних робіт – 50 балів; • контрольна перевірка знань за змістовими модулями – 20 балів. • Підсумкове заняття – 10 балів Разом – 100 балів. <ul style="list-style-type: none"> • Підсумкова максимальна кількість балів: 100.
Питання до екзамену (чи питання на контрольні роботи)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спектральна призма та її характеристики: кут найменшого відхилення, дисперсія та роздільна здатність, кутове збільшення. 2. Типи призм. Матеріали для спектральних призм. 3. Дифракційна ґратка. Класифікація дифракційних ґраток. 4. Вгнута дифракційна ґратка та її характеристики. Коло Роуlanda. 5. Виготовлення дифракційних ґраток та дефекти, що при цьому виникають. 6. Прилади високої роздільної здатності. Інтерферометри Фабрі-Перо та Майкельсона і їх характеристики: контраст інтерференційної картини, вільна спектральна область (постійна інтерферометра), дисперсія та роздільна здатність, світлосила. Еталон Фабрі-Перо. 7. Параметри дифракційних та призмових спектральних приладів: дисперсія, роздільна здатність, світлосила. 8. Область використання спектральних приладів та їх основні характеристики. Юстування та градування спектральних приладів. 9. Спектропроектори, компаратори, мікрофотометри. Послаблювачі, методи їх градування. Атласи та таблиці спектральних ліній. 10. Джерела лінійчатого та суцільного спектру. 11. Особливості джерел для молекулярного спектрального аналізу. Схеми живлення для джерел світла. Джерела для УФ та ІЧ області. 12. Ширина спектральних ліній. Освітлювальні системи, він'єтування. 13. Теплові та фотоелектричні приймачі світла, їх характеристики. Фотохімічні індикатори, оптико-акустичні перетворювачі, мікроканальні пластини, вторинні електронні помножувачі, електронно-оптичні перетворювачі. Піроелектрики (пірікони). 14. Основи фотографічної фотометрії. Методи монохромного фотометрування. Характеристики фотохімікатів, фотоматеріалів. Характеристична крива. 15. Фізичні основи емісійного спектрального аналізу. Переваги емісійного спектрального аналізу над хімічними методами. Формула Ломакіна. Характерні

особливості і можливості методу.

16. Особливості та техніка якісного спектрального аналізу розчинів, порошкоподібних проб, сплавів, газо- та пароподібних зразків. Підготовка зразків, вибір джерела світла та спектрального приладу, отримання результатів.
17. Метод спектрів порівняння, метод гомологічних пар. Візуальні та фотографічні способи. Візуальний стиліметричний аналіз.
18. Зв'язок між інтенсивністю спектральної лінії і концентрацією елемента в спектральній пробі.
19. Фотографічні методи кількісного спектрального аналізу. Метод трьох еталонів та його видозміни.
20. Метод постійного графіка, метод твердого графіка, метод перевідного множника, метод фотографічного інтерполювання.
21. Основні фізико-хімічні процеси, що відбуваються в полум'ї. Випромінювання світла в полум'ї. Вплив різних факторів на результати аналізу. Техніка і методи аналізу: фотометри з фільтрами, спектрометри для полум'я. Аналіз за допомогою градуювальної кривої, метод обмежуючих розчинів. Метод добавок. Непрямі методи аналізу.
22. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз.
Теоретичні основи методу. Умови утворення поглинаючого шару. Поглинання світла атомом. Контур лінії поглинання.
23. Аналітичні лінії. Зв'язок оптичної густини з концентрацією елемента в полум'ї. Чутливість та точність вимірювань.
24. Методи визначення концентрації в досліджуваному об'ємі: метод градуювального графіка, метод порівняння, метод стандартних добавок, метод стандартних добавок з урахуванням фону та холостого ходу.
25. Закони поглинання світла. Способи представлення спектрофотометричних величин. Фізико-хімічні та інструментальні причини відхилення від закону Бугера-Бера.
26. Якісний спектральний аналіз за ІЧ-спектрами поглинання та комбінаційного розсіяння (КРС), спектрами поглинання в видимій та УФ-областях.
27. Флуоресцентний спектральний аналіз речовини в твердому, рідкому та газоподібному станах за допомогою характеристичних смуг.
28. Фізичні основи кількісного молекулярного спектрального аналізу. Аналіз двокомпонентних сумішей.
29. Особливості та порядок аналізу багатоконпонентних розчинів: підготовка однокомпонентних еталонних розчинів, побудова графіків, перше та вище наближення при визначенні концентрації компонент. Техніка для проведення молекулярного спектрального аналізу.

	30. Мас-спектрометрія. Фізичні основи мас-спектрометрії. Типи та будова мас-спектрометрів, мас-аналізатори.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Техніка і методи спектрального аналізу»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1	Спектральна техніка.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 1 год.		1 тиждень
2	Диспергуючі елементи та системи.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 1 год.		1 тиждень
3	Типи спектральних приладів.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 1 год.		1 тиждень
4	Допоміжна спектральна техніка.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 1 год.		1 тиждень
5	Джерела світла.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 1 год.		1 тиждень
6	Індикатори світла	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
7	Техніка фотографічної фотометрії.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 1 год.		1 тиждень
8	Емісійний спектральний аналіз.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
9	Якісний спектральний аналіз.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
10	Кількісний спектральний аналіз.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
11	Наближені методи аналізу.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
12	Полум'яна фотометрія.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
13	Атомно-абсорбційний спектральний аналіз.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень

14	Молекулярний аналіз за спектрами поглинання.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
15	Якісний молекулярний спектральний аналіз.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень
16	Кількісний молекулярний спектральний аналіз.	Лекції – 2 год. лабор. заняття – 2 год. самостійна робота – 2 год.		1 тиждень