

Міністерство освіти і науки України
Українська академія друкарства

Кафедра ПОЛІГРАФІЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА І ХІМІЇ



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
ВВ 3.2 Методи дослідження і комп'ютерний аналіз властивостей видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів
(код і назва навчальної дисципліни)

третій (доктор філософії) рівень вищої освіти
(рівень вищої освіти)

галузь знань	<u>18 Виробництво та технології</u> (шифр і назва)
спеціальність	<u>186 Видавництво та поліграфія</u> (шифр і назва)
спеціалізація	_____ (шифр і назва)
вид дисципліни	<u>за вибором</u> (обов'язкова / за вибором)
мова викладання	<u>українська</u>

Робоча програма з навчальної дисципліни «Методи дослідження і комп'ютерний аналіз властивостей видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів»
для студентів спеціальності 186 Видавництво та поліграфія
Затверджена гарантом освітньо-професійної програми «Видавництво та поліграфія»




(підпис)

Гавенко С.Ф.
(ініціали та прізвище)

Розробник(и): к.т.н., доцент Кукура Ю.А.

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри ПМХ
Протокол №5 від 15 червня 2021 року

Завідувач кафедри ПМХ
(назва кафедри)



(підпис)

В.В. Шибанов
(ініціали та прізвище)

1. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів/год.	5	-
Усього годин аудиторної роботи, у т.ч.:	150	
– лекційні заняття, год.	36	-
– семінарські заняття, год.		
– практичні заняття, год.	36	-
– лабораторні заняття, год.		
Усього годин самостійної роботи, у т.ч.:	78	-
– контрольні роботи, к-сть/год.		
– розрахункові (розрахунково-графічні) роботи, к-сть/год.		
– індивідуальне науково-дослідне завдання, к-сть/год.		
– підготовка до навчальних занять та контрольних заходів, год.		
Екзамен	+	+
Залік		

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:
денної форми навчання – 50%;
заочної форми навчання – 5%.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Мета вивчення навчальної дисципліни – оволодіти знаннями про теоретичні основи та принципи використання в наукових експериментах сучасних методів дослідження видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів та методологією проведення комп'ютерного аналізу отриманих результатів.

2.2. Завдання навчальної дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

теоретичні основи спектроскопічних, нелінійно-оптичних, мікроскопічних та інших наукових методів дослідження видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів; методика проведення експериментальних досліджень за допомогою цих методів дослідження; будову та принципи роботи приладів, які використовуються у вивчених методах; основні вимоги до об'єктів досліджень; принципи аналізу результатів, одержаних вивченими методами, основні теоретичні засади та принципи роботи програмних продуктів для комп'ютерного аналізу та моделювання результатів експериментальних досліджень.

вміти:

вибрати оптимальний метод для дослідження властивостей видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів; підготувати об'єкти до дослідження; організувати експеримент за допомогою спектроскопічних, нелінійно-оптичних, мікроскопічних та інших наукових методів дослідження; проаналізувати отримані спектри та зробити належні висновки з цього аналізу; працювати на приладах, що використовуються у вивчених методах дослідження, проводити комп'ютерний аналіз та використовувати комп'ютерне моделювання для передбачення та аналізу результатів наукових досліджень.

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення дисципліни «Методи дослідження і комп'ютерний аналіз властивостей видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів» сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

загальні компетенції: здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 2), здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу нових та складних ідей (ЗК 3), здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК 5);

фахові компетенції: здатність розробляти нові та удосконалювати наявні технологічні процеси та види продукції у сфері видавництва та поліграфії, видавничі системи та апаратно-програмне забезпечення видавничо-поліграфічного виробництва (СК 1), здатність до розроблення наукових і методологічних основ проектування, створення, дослідження і впровадження у виробництво нових технологій, машин, устаткування, потокових ліній, друкованих, електронних мультимедійних та комбінованих видань, пакувань, матеріалів та технологічного забезпечення видавництва та поліграфії (СК 2), здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань у видавничо-поліграфічній галузі (СК 3), здатність до розроблення нових та вдосконалення існуючих моделей, методів, засобів, процесів у видавничо-поліграфічній галузі, які забезпечують створення нових та розвиток існуючих технологій розробки та використання друкованих і електронних видань, пакувань, аудіо- та відеоінформації, мультимедійних продуктів (СК 4), здатність використовувати у професійній діяльності знання з різних наук, переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі соціальні, наукові, культурні, етичні та інші проблеми видавничо-поліграфічної галузі (СК 6).

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення навчальної дисципліни «Методи дослідження і комп'ютерний аналіз властивостей видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів» повинно забезпечити досягнення здобувачами таких програмних результатів навчання (ПР):

Результати навчання	Шифр ПР
Знати наявні, виявляти нові, виокремлювати перспективні наукові проблеми видавничо-поліграфічної галузі, визначати і враховувати їх міжгалузевий та глобальний контексти, визначати методи і засоби розв'язання вказаних проблем	ПР 1
Здійснювати наукові дослідження, узагальнення їх результатів, формулювання та обґрунтування висновків та пропозицій щодо впровадження досліджень, проводити інноваційну діяльність задля отримання нових знань та створення нових технологій та продуктів в сфері видавництва і поліграфії та в ширших мультидисциплінарних контекстах	ПР 2
Застосовувати принципи системно-структурного підходу до проектування об'єктів видавництва та поліграфії, здійснювати системні дії під час реалізації наукових досліджень та креативності	ПР 5
Застосовувати методики та технології побудови математичних моделей та верифікації результатів моделювання, методів оптимізації, базових алгоритмів моделювання технологічних процесів та прийняття оптимальних рішень, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у видавництві та поліграфії та дотичних міждисциплінарних напрямках	ПР 6
Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають змогу переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми видавництва та поліграфії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів	ПР 7

Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	СК 1	СК 2	СК 3	СК 4	СК 6	ЗК 2	ЗК 3	ЗК 5
Програмні результати навчання <i>(з опису освітньої програми)</i>								
ПР1. Знати наявні, виявляти нові, виокремлювати перспективні наукові проблеми видавничо-поліграфічної галузі, визначати і враховувати їх міжгалузевий та глобальний контексти, визначати методи і засоби розв'язання вказаних проблем	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР2. Здійснювати наукові дослідження, узагальнення їх результатів, формулювання та обґрунтування висновків та пропозицій щодо впровадження досліджень, проводити інноваційну діяльність задля отримання нових знань та створення нових технологій та продуктів в сфері видавництва і поліграфії та в ширших мультидисциплінарних контекстах	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР5. Застосовувати принципи системно-структурного підходу до проектування об'єктів видавництва та поліграфії, здійснювати системні дії під час реалізації наукових досліджень та креативності	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР6. Застосовувати методики та технології побудови математичних моделей та верифікації результатів моделювання, методів оптимізації, базових алгоритмів моделювання технологічних процесів та прийняття оптимальних рішень, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у видавництві та поліграфії та дотичних міждисциплінарних напрямках	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР7. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають змогу переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми видавництва та поліграфії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів	+	+	+	+	+	+	+	+

3. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна має такі розділи: сучасні спектральні та резонансні методи досліджень, комп'ютерний аналіз та моделювання результатів наукових досліджень, сучасні нелінійно-оптичні та мікроскопічні методи дослідження властивостей видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів. Дисципліна є дисципліною за вибором, обсяг складає 150 год. (5 кредитів ECTS), з них лекції – 36 год., практичні – 36 год., самостійна робота – 78 год. Передбачено 2 змістових модулі, 2 модульні контрольні роботи та іспит.

3.1. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів та тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лекц.	практ.	лабор.	інд.	с.р.
Тема 1. Основні принципи спектральних методів аналізу. Методи коливальної молекулярної спектроскопії: інфрачервона (ІЧ) спектроскопія та спектроскопія комбінаційного розсіяння (КР) світла.	15	3	4	-	-	8
Тема 2. Рентгенівська спектроскопія.	15	4	4	-	-	7
Тема 3. Метод електронного парамагнітного резонансу (ЕПР).	14	4	2	-	-	8
Тема 4. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР).	13	3	2	-	-	8
Тема 5. Основи комп'ютерного моделювання об'єктів та систем у програмному комплексі MatLab.	18	4	6			8
Разом за змістовим модулем 1	75	18	18	-	-	39
Тема 6. Нелінійна оптика. Акустооптика.	20	6	6	-	-	8
Тема 7. Растрова електронна мікроскопія (РЕМ).	16	4	4	-	-	8
Тема 8. Скануюча тунельна мікроскопія (СТМ).	16	4	4	-	-	8
Тема 9. Рефрактометрія.	12	2	2	-	-	8
Тема 10. Динамічна механічна спектроскопія (ДМС).	11	2	2	-		7
Разом за змістовим модулем 2	75	18	18	-	-	39
Усього годин	150	36	36	-	-	78

4. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

4.1. Зміст навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Сучасні спектральні та резонансні методи досліджень. Комп'ютерний аналіз та моделювання результатів наукових досліджень.

Тема 1. Основні принципи спектральних методів аналізу. Теоретичні основи спектральних методів. Класифікація методів спектроскопії. Методи коливальної молекулярної спектроскопії: інфрачервона (ІЧ) спектроскопія та спектроскопія комбінаційного розсіяння (КР) світла. Основні типи спектрів. Аналіз та інтерпретація коливних спектрів. Визначення симетрії та структури молекул. Використання ІЧ-спектроскопії та спектроскопії КР для ідентифікації речовин і кількісного аналізу.

Тема 2. Рентгенівська спектроскопія. Рентгенівський структурний аналіз. Рентгенівське випромінювання. Схема рентгенівського спектрометра. Аналіз спектрів. Використання рентгенівської спектроскопії. Рентгенівський фазовий аналіз.

Тема 3. Метод електронного парамагнітного резонансу (ЕПР). Фізичні основи методу ЕПР. Будова спектрометра ЕПР. Визначення вільних радикалів та інших парамагнітних центрів. Дослі-

дження кінетики хімічних реакцій за участю вільних радикалів. Застосування методу ЕПР в дослідженнях поліграфічних та пакувальних матеріалів.

Тема 4. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Фізичні основи ЯМР. Принципова схема ЯМР-спектрометра. Характеристики аналітичного сигналу у ЯМР-спектроскопії. Імпульсні методи ЯМР при ідентифікації органічних сполук. Програми теоретичного прогнозу та розшифрування ЯМР спектроскопічних даних.

Тема 5. Основи комп'ютерного моделювання об'єктів та систем у програмному комплексі MatLab. Моделювання динамічних систем. Моделювання дифузійних процесів. З'єднання та перетворення моделей. Використання пакету прикладних програм ChemCAD для моделювання процесів виготовлення поліграфічних та пакувальних матеріалів.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. Сучасні нелінійно-оптичні та мікроскопічні методи дослідження властивостей видавничо-поліграфічних і пакувальних матеріалів.

Тема 6. Нелінійна оптика. Акустооптика. Історія створення та розвитку методу. Фізичні основи нелінійної оптики, оптичні гармоніки, генерація другої оптичної гармоніки. Застосування методів нелінійної оптики та акустооптики. Аналіз результатів досліджень.

Тема 7. Растрова електронна мікроскопія (РЕМ). Фізичні основи РЕМ. Будова і робота растрового електронного мікроскопа. Підготовка об'єктів для досліджень і особливі вимоги до них. Технічні можливості та області застосування РЕМ.

Тема 8. Скануюча тунельна мікроскопія (СТМ). Будова та принцип роботи скануючого тунельного мікроскопа. Технічні можливості та області застосування СТМ.

Тема 9. Рефрактометрія. Фізичні основи рефрактометрії. Принципова схема рефрактометра Аббе. Принцип дії промислових рефрактометрів. Застосування рефрактометрії.

Тема 10. Динамічна механічна спектроскопія (ДМС). Фізичні основи методу ДМС. Спектри ДМС та їх аналіз. Підготовка зразків для дослідження методом ДМС. Застосування ДМС.

4.1. Лекційні заняття

№ п/п	Назви тем	К-сть годин
1	Основні принципи спектральних методів аналізу. Методи коливальної молекулярної спектроскопії: інфрачервона (ІЧ) спектроскопія та спектроскопія комбінаційного розсіяння (КР) світла.	3
2	Рентгенівська спектроскопія.	4
3	Метод електронного парамагнітного резонансу (ЕПР).	4
4	Спектроскопія ядерного магнітного резонансу (ЯМР).	3
5	Основи комп'ютерного моделювання об'єктів та систем у програмному комплексі MatLab.	4
6	Нелінійна оптика. Акустооптика.	6
7	Растрова електронна мікроскопія (РЕМ).	4
8	Скануюча тунельна мікроскопія (СТМ).	4
9	Рефрактометрія.	2
10	Динамічна механічна спектроскопія (ДМС).	2
	Всього годин	36

4.2. Теми практичних та семінарських занять

№ п/п	Тема занять	К-сть годин
1	Вступне заняття. Аналіз та інтерпретація коливних спектрів.	4
2	Рентгенівський структурний аналіз.	4
3	Прикладне використання методу ЕПР-спектроскопії в поліграфічному матеріалознавстві.	2
4	Програми теоретичного прогнозу та розшифрування ЯМР спектроскопічних даних.	2
5	Моделювання об'єктів та систем у програмному комплексі MatLab.	4
6	Моделювання процесів виготовлення поліграфічних та пакувальних матеріалів в програмі ChemCAD.	2
7	Ефекти нелінійної оптики і їх застосування. Обробка результатів нелінійно-оптичних досліджень та їх інтерпретація	6
8	Віртуальний електронний мікроскоп. Дослідження різноманітних об'єктів.	4
9	Аналіз результатів досліджень методом СТМ.	4
10	Застосування рефрактометрії для визначення концентрації розчинів.	2
11	Використання результатів, отриманих методом ДМС.	2
	Всього годин	36

4.3. Самостійна робота

№ п.п	Найменування робіт	К-сть годин
1	Коливання молекул. Коливальні спектри гармонічного та ангармонічного осцилятора.	4
2	Вплив агрегатного стану речовини на її коливні спектри.	2
3	Вивчення міжмолекулярної взаємодії методом ІЧ-спектроскопії	2
4	Рентгенівські промені: природа виникнення та основні властивості.	4
5	Джерела рентгенівського випромінювання.	3
6	Надтонке розщеплення сигналу ЕПР при магнітній взаємодії неспареного електрону з одним та декількома ядрами.	4
7	Спін-спіновий обмін в парамагнітних системах та його прояв в спектрах ЕПР.	4
8	ЯМР високої роздільної здатності. Пряма та непряма спін-спінова магнітна взаємодія.	4
9	Хімічний зсув сигналів ЯМР. Вплив різних факторів на хімічний зсув сигналів ЯМР.	2
10	Протонний обмін та його вплив на спектри протонного резонансу.	2
11	Розв'язання рівнянь у частинних похідних з використанням MATLAB	4
12	Особливості роботи в пакеті програм SimuLink	2
13	Проектування в пакеті ChemCAD	2
14	Ефекти нелінійної оптики. Взаємодія між променями світла в нелінійному середовищі.	4
15	Самофокусування світла	2
16	Застосування явищ нелінійної оптики. Використання методів нелінійної оптики в наукових роботах вчених УАД	2

17	Особливості використання РЕМ для дослідження поліграфічних матеріалів	4
18	Електронна мікроскопія металів	4
19	Підготовка зразків для досліджень методом тунельної мікроскопії	8
20	Використання додаткових пристроїв в мікроскопії	4
21	Промислові рефрактометри. Застосування рефрактометрії в різних галузях промисловості	8
22	Динамічна механічна спектроскопія і проблема сумісності полімерних систем.	4
23	Числові методи ДМС полімерів.	3
	Всього годин	78

5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

В процесі навчання використовується системний підхід. Це словесні методи навчання, які включають вербальний метод пояснення та лекції; наочні методи – використання презентацій до лекцій та схем, що узагальнюють вивчені розділи; практичні методи (розв’язання практичних завдань) спрямовані на досягнення завершального етапу пізнання.

У лекціях використовується індуктивний та дедуктивний методи подачі інформації.

З метою залучення аспірантів до активної самостійної пізнавальної діяльності використовуються методи: проблемно-інформаційний (створення проблемної ситуації для активізації розумової діяльності) та частковопошуковий (залучення до пошуків прийомів та засобів розв’язання пізнавальної задачі).

6. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ

Контроль знань аспірантів завершується іспитом по дисципліні. Підставою для допуску до іспиту є виконання і звіт по практичних роботах.

Назва контрольного заходу	Назва розділу дисципліни	Термін проведення	Форма оцінювання
1. Звіт по практичних роботах	Практичні роботи 1-13	Протягом семестру	бальна оцінка; допуск/недопуск до іспиту
2. Модульні роботи	Всі розділи	Згідно розкладу	бальна оцінка; допуск/недопуск до заліку
3. Іспит	Всі розділи	Згідно розкладу	бальна оцінка

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота					Підсумковий тест (іспит)	Сума
Змістовий модуль №1						
T1	T2	T3	T4	T5		
5	5	5	5	5		
Змістовий модуль №2					50	100
T6	T7	T8	T9	T10		
5	5	5	5	5		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Опорні конспекти лекцій, ілюстративні матеріали, нормативні матеріали, комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни. Презентаційний комплекс (електронний вид в форматі pps, роздатковий матеріал). Банк тестових завдань. Комплекс технічних засобів (екран, проектор, Notebook). Можливість доступу до Internet.

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Лобода В. Сучасні методи дослідження структури речовини / В. Лобода, В. Іваній, С. Хурсенко.- К.: Університетська книга,2010.- 259 с.
2. Encyclopedia of Spectroscopy and spectrometry. /Ed. G.Tranter, J.Holmes, J.Lindon.- Academic Press, 2000.- V.1-3.-2581 p.
3. Смит А. Прикладная ИК спектроскопия.-Пер. с англ.. М.:Мир, 1982.-328 с.
4. Шиммель Г. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ.- пер. с англ., т. 1-2, М.,- 1984.
5. Воловенко Ю.М., Туров О.В. Ядерний магнітний резонанс: Підручник для студ. вищ.навч. закл. -К.: Ірпінь: ВТ „Перун”, 2007.-480 с.
6. Князь І. О. Комп'ютерне моделювання динамічних систем. Розділ ”Моделювання фізичних систем” : навч. посіб. / І. О. Князь, А. М. Вітренко. — Суми : Сумський державний університет,2011.— 140 с.
7. Коржик М. В. Моделювання об'єктів та систем керування засобами MatLab: навч. посіб. Для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Коржик. - Київ : НТУУ “КПІ”, 2016. - 174 с
8. Лазарев Ю. Ф. MATLAB і моделювання динамічних систем. Навчальний посібник. Глава 3. Пакет програм Simulink. – Київ: НТУУ "КПІ", 2009. –79с.
9. Синдо Д., Оикава Т. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия: Перевод с англ. Техносфера ,-2006,- 253с
Хокс П. Электронная оптика и электронная микроскопия: Пер. с англ., М.,-1974.
10. Хирш П., Хови А., Николсон Р., Пэшли Д., Уэлан М. Электронная микроскопия тонких кристаллов: Пер. с англ. 1968.- 576 с.
11. Страховский Г.М., Успенский А.В. Основы квантовой электроники. - М.: Высшая школа, 1973. - 312 с.
12. Ярив А. Квантовая электроника. - М.: Советское радио, 1980. - 488 с.

13. Цернике Ф., Мидвинтер Дж. Прикладная нелинейная оптика. - М.: Мир, 1976. - 264 с.
14. Зельдович Б.Я., Пилипецкий Н.Ф., Шкунов В.В. Обращение волнового фронта. - М.: Наука, 1985. - 247 с
15. Митропольский Ю.О. Методи нелінійної механіки. Спеціальний курс: Навч. посібник/ НАН України, Ін-т мат.- К.: Наук. думка, 2005.- 527 с.
16. Блохин М.А. Физика рентгеновских лучей. М.,- 1957.
17. Уманский Я.С. Рентгенография металлов и полупроводников. М.,1969,- 496с.
18. Кавич Й.В.Фізика рентгенівських променів.Львів,-1994.
19. Кавич Й.В., Стець І. Н., Синюшко В.Г., Марголич І.І. Рентгенівська спектроскопія Львів,-1996.
20. Синхротронное излучение. (Свойства и применение)/ Под редакцией К. Кунца. М.,-1981.
21. Ельяшевич М. А., Атомная и молекулярная спектроскопия, М.,-1962.
22. Немодрук А. А., Безрогова Е.В., Фотохимические реакции в аналитической химии, М., - 1972.

Допоміжна

1. Шиммель Г. Методика электронной микроскопии.- пер. с нем., М.,- 1972.
2. Дмитриев В.Г., Тарасов Л.В. Прикладная нелинейная оптика.-Радио и связь.-2004.- 512 с.
3. Демтредер В. Лазерная спектроскопия. - М.: Наука, 1985. - 608 с.
4. Физикохимия многокомпонентных полимерных систем : В 2-х т. / Под общ. ред. Липатова Ю. С.— Киев : Наук, думка, 1986.— Т. 2. Полимерные смеси и сплавы / Лебедев Е. В., Липатов Ю. С., Росовицкий В. Ф. и др.- 384 с.
5. Кавич Й.В., Миколайчук О.Г. Розсіяння рентгенівських променів і структура речовин.- Львів,- 1992.
6. Кавич Й.В., Синюшко В.Г., Стець І. Н., Гель П.В. Рентгеноспектральний аналіз, Київ,- 1997.

9. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Віртуальне навчальне середовище УАД MOODLE. Доступ до ресурсу:
<https://moodle.uad.edu.ua/course/view.php?id=41>,
2. Електронна бібліотека Української академії друкарства. Доступ до ресурсу:
<http://biblio.uad.lviv.ua/>