

Пояснювальна записка

Дисципліна «Технологія виробництва та переробки полімерів» є вибірковою, яка пропонується в розрізі підготовки студентів за ОП "Хімічні технології та інженерія". Проведення лабораторних робіт на підприємстві відповідного профілю дає можливість студентам безпосередньо познайомитися з хімічним виробництвом, технологією виготовлення типових деталей, процесами, методами визначення експлуатаційних властивостей.

Мета дисципліни – вивчення видів сировини та полімерів, що виробляються, основних принципів хімічних технологій виробництва полімерів, технологій переробки полімерів у готові вироби, оцінка ефективності виробництва.

Предмет дисципліни. основні властивості полімерів та полімерних матеріалів, їх технологічні та експлуатаційні властивості, а також основні технологічні процеси та обладнання для їх перероблення на різноманітну продукцію з полімерів та полімерних матеріалів.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання та практичні навички з проведення обробки результатів фізичних і хімічних експериментів, застосування методів математичного аналізу та моделювання, теоретичного та експериментального дослідження в технологіях отримання та переробки полімерів та ознайомити зі стандартними та сертифікаційними випробуваннями матеріалів, виробів та технологічних процесів отримання та переробки полімерів.

Результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання для переробки полімерів. обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів отримання та переробки полімерів; застосовувати отримані знання для правильного вибору вихідного матеріалу, ефективного використання обладнання, особливості конструкції виробів, принципи створення полімерної композиції.

2) Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	лекції	лабор. роботи	СРС	лекції	лабо. роботи	СРС
Розділ 1. Класифікація пластмас та методів їх переробки.	2		6	2		12
Розділ 2. Фізико-хімічні основи переробки пластмас.	6		22	1	2	40
Розділ 3. Технології переробки полімерів	10		38	2	2	60
Разом за семестр:	18	36	66	4	4	112

3) Програма навчальної дисципліни

3.1 Зміст лекційного курсу*

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Класифікація пластмас та методів їх переробки. Класифікація пластмас та методів їх переробки. Класифікація пластмас за хімічною структурою, за технологічними властивостями, по областях застосування, за сукупністю параметрів експлуатації, за обсягом виробництва. Термопласти. Реактопласти. Еластомери. Сучасне визначення переробки пластмас, складання композиції – як важливий етап переробки полімерів. Класифікація	2

	методів переробки пластмас (за їх призначенням, за вихідним станом при переробці, за фізико-хімічними процесами). Літ.: [1] с.98-108; [3] с.9-23.	
2	Фізико-хімічні основи переробки пластмас. Основні фізико-хімічні, реологічні та технологічні характеристики полімерів. Зв'язок технології переробки з фазовим та фізичним співвідношенням полімерів. Роль та значення фізичних характеристик полімерів. Термомеханічний метод аналізу для оцінки перероблюваності полімерів. Фазовий стан полімерів та вплив умов переробки на структуру та властивості полімерів. Орієнтований стан полімерів. Літ.: [1] с.45-53; [42] с.122-142..	2
3	Фізико-хімічні основи переробки пластмас. Технічні характеристики пластмас. Основні технологічні властивості пластмас та їх значення для вибору методу переробки та розрахунку технологічних параметрів. Плинність, швидкість затвердіння пластмас.. Визначення реологічних властивостей, індекс розплаву полімерів. Вологість прес-матеріалів, методи визначення. Об'ємний коефіцієнт пластмас, питомий об'єм, насипна вага. Дисперсність та однорідність преспорошків. Таблетованість та її значення. Усадка матеріалів під час переробки. Літ.: [3] с.23-34.	2
4	Фізико-хімічні основи переробки пластмас. Полімерні композиційні матеріали. Класифікація полімерних композиційних матеріалів: наповнені дисперсними або волокнистими наповнювачами, армовані та суміші полімерів. Класифікація наповнювачів. Принцип отримання полімерних композиційних матеріалів. Пластифікація полімерів. Суміші полімерів, їх сумісність. Імпрегновані матриці. Посилені матриці, наповнювачі. Макрокомпозиції, шаруваті і газонаповнені пластики. Літ.: [2] с.101-119, [3] с.208-238.	2.
5	Технології переробки полімерів Теоретичні основи переробки пластмас. Основні поняття – модуль в'язкої рідини Ньютона, закон Ньютона-Стокса, закон Гука, час релаксації та її фізичний зміст, час релаксації залежно від природи речовини, релаксація напруги. Пластичність та повзучість. Реологія полімерів. Літ.: [1] с.53-72.	2
6	Технології переробки полімерів Виготовлення виробів із пластмас методом екструзії. Технологічні процеси виробництва пластмасових виробів з урахуванням екструзії. Основні характеристики екструдерів. Сутність процесу екструзії: принцип роботи завантаження та закономірності руху полімеру в зоні завантаження; стиск та рух полімеру в зоні плавлення, закономірності перебігу розплаву в зоні дозування. Виготовлення плівок, різновид методів (рукавний метод та щільний). Виготовлення порожнистих виробів. Літ.: [1] с.163-205, [2] с.142-144, [3] с.101-171.	2
7	Технології переробки полімерів Виготовлення деталей литтям під тиском. Сутність лиття під тиском термопластів. Основні стадії процесу. Інфузія, інжекційне пресування. Дозування матеріалу, плавлення. Особливості лиття різних термопластів. Літ.: [1] с.212-221, 234-246, [2] с.34-66, 203-208,	2
8	Технології переробки полімерів Пресування термореактивних матеріалів. Процеси, що відбуваються під час пресування. Методи пресування.	2

	Підготовка прес-матеріалів: таблетування, попереднє підігрів. Компресійне (пряме) пресування. Стадія процесу. Литтєве пресування. Особливості ливарного пресування та область застосування. Переробка реактопластів методом лиття під тиском. Літ.: [1] с.221-234, [2] с.145-146, [3] с.171-203.	
9	Технології переробки полімерів Формування виробів із листів. Сутність процесу формування. Класифікація в залежності від способу створення тиску: механічне, пневмоформування, вакуумформування; за методом формування та за застосовуваним формуючим інструментом. Технологія формування. Переробка полімерів на валкових машинах. Основи переробки полімерів вальцюванням та каландруванням, сфера застосування. Технологічні параметри при каландруванні різних полімерів. Літ.: [1] с.205-212, [2] с.143-145, [3] с.66-101, 163-171.	2
Разом:		34

Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
1	Класифікація пластмас та методів їх переробки. Класифікація пластмас та методів їх переробки. Класифікація пластмас за хімічною структурою, за технологічними властивостями, по областях застосування, за сукупністю параметрів експлуатації, за обсягом виробництва. Термопласти. Реактопласти. Еластомери. Сучасне визначення переробки пластмас, складання композиції – як важливий етап переробки полімерів. Класифікація методів переробки пластмас (за їх призначенням, за вихідним станом при переробці, за фізико-хімічними процесами). Літ.: [1] с.98-108; [3] с.9-23	2
2	Технології переробки полімерів Виготовлення виробів із пластмас методом екструзії. Технологічні процеси виробництва пластмасових виробів з урахуванням екструзії. Основні характеристики екструдерів. Сутність процесу екструзії: принцип роботи завантаження та закономірності руху полімеру в зоні завантаження; стиск та рух полімеру в зоні плавлення, закономірності перебігу розплаву в зоні дозування. Виготовлення плівок, різновид методів (рукавний метод та щільний). Виготовлення порожнистих виробів. Літ.: [1] с.163-205, [2] с.142-144, [3] с.101-171.	2
Разом :		4

3.2 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Дослідження фізико-механічних характеристик багатошарової бар'єрної плівки. Визначення міцності за допомогою тесту на розрив. Визначення показника проколу бар'єрної плівки. Визначення показника коефіцієнту тертя бар'єрної плівки. Літ.: [5], [7], [8], [9].	8
2	Дослідження фізико-механічних характеристик стрейч-худі плівки. Дослідження стрейч-худі плівки на міцність. Визначення сили розтягу в поздовжньому та в поперечному напрямках для стрейч-худ плівки. Літ.: [7].	8

3	Визначення показників міцності швів плівок. Визначення показника міцності шва при виробництві пакетів. Встановлення міцності зварного шва багатошарової бар'єрної плівки. Літ.: [10].	8
4	Дослідження стрейч-плівки на показники якості, міцності та проколу за допомогою установки Hilight. Літ.: [7].	4
5	Контроль кольору та білизни багатошарової плівки. Літ.: [11], [12].	2
6	Органолептичні дослідження якості друку на плівці. Літ.: [6].	2
7	Дослідження на липкість, розтяг та утримування полімерної плівки. Літ.: [7].	4
Разом:		36

Перелік лабораторних робіт для студентів заочної форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Органолептичні дослідження якості друку на плівці. Літ.: [6].	2
2	Контроль кольору та білизни багатошарової плівки Літ.: [11], [12].	2
Разом:		4

3.3 Зміст самостійної (у т. ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів усіх форм навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу тощо.

Студенти заочної форми навчання виконують ще й контрольну роботу. Вимоги до її виконання та варіанти визначаються методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний студент отримує на кафедрі у період настановної сесії.

Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кіл-сть годин
1-2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР 1.	6
3-4	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту ЛР 1.	7
5-6	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР 2.	7
7-8	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту ЛР 2, підготовка до здачі тестового контролю 1.	8
9-10	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР 3.	8
11-12	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту ЛР 3.	7
13-14	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту ЛР 4, підготовка до здачі тестового контролю 2.	7
15-16	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР 5-6 та захисту ЛР5-6, підготовка до здачі тестового контролю 2.	7
17-18	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту ЛР 97.Підготовка до здачі тестового контролю 2.	9
Разом:		66

4) Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні класичних та сучасних технологій, зокрема:

лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (демонстраційні лабораторні роботи, виконання досліджень на лабораторному обладнанні), самостійна робота, і мають за мету – оволодіння студентами теоретичної концепції переробки полімерів, можливість встановлення проблеми зв'язку між змінами структури в процесах переробки та властивостями полімерів, специфічними технологічними методами переробки пластмас, принципів управління технологічним процесом переробки шляхом зміни якісних та кількісних параметрів.

5) Методи контролю

Поточний контроль здійснюється як під час аудиторних занять, так і під час проведення контрольних заходів. Зокрема, при оцінюванні знань студентів використовуються такі методи контролю:

- Захист лабораторної роботи
- Усне опитування перед допуском до лабораторного заняття
- Тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми.

6) Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною **чотирибальною** шкалою і виставляється в електронному журналі обліку успішності. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих студентом **позитивно**, з урахуванням коефіцієнта вагомості і розраховується в автоматизованому режимі за відповідною програмою. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми роботи; якість оформлення протоколу; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за інституційною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає, логічний виклад відповіді державною мовою (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними інструментами. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві-три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом і фаховою термінологією, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних завдань; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента будується на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві-три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекидає їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати теоретичні знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота					Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, залік
Лабораторні роботи №:					Тестовий контроль:		За рейтингом
1	2	3	4	5	Т 1	Т 2	
ВК*: 0,5					0,5		-

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота		Самостійна, індивідуальна робота			Семестровий контроль, залік
Лабораторні роботи №:		Контрольна робота		Тестовий контроль	За рейтингом
1	2	Якість виконання	Оцінка за захист		
ВК*:	0,3	0,2	0,2	0,3	-

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з різної кількості тестових завдань (в залежності від розділу за яким здійснюється тестування), кожне з яких оцінюється одним балом. Оцінювання здійснюється за **чотирибальною** шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Відсоток правильних відповідей	0-59	60-74	75-89	90-100
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

Студент може проходити тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Залік виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться у межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

7) Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Класифікація методів переробки пластмас за їх призначенням.
2. Класифікація методів переробки пластмас за вихідним станом при переробці.
3. Класифікація методів переробки пластмас за фізико-хімічними процесами.
4. Основні фізико-хімічні, реологічні та технологічні характеристики полімерів.
5. Роль та значення фізичних характеристик полімерів.
6. Теплостійкість полімерів та методи її визначення для термопластів та реактопластів.
7. Фазовий стан полімерів та вплив умов переробки на структуру та властивості полімерів.
8. Орієнтований стан полімерів. Фізичний стан полімерів та структура орієнтованого полімеру.
9. Основні технологічні властивості пластмас та їх значення для вибору методу переробки та розрахунку технологічних параметрів.
10. Плинність термореактивних пластмас, методи визначення (метод Рашига, пластометр Канавця, капілярний віскозиметр), їх переваги та недоліки.
11. Швидкість затвердіння пластмас, час перебування термореактивних матеріалів у в'язкотекучому стані.
12. Визначення реологічних властивостей на ротаційних та капілярних віскозиметрах. Індекс розплаву полімерів.
13. Дисперсність та однорідність преспорошків. Таблетованість та її значення.
14. Усадка матеріалів під час переробки.
15. Модуль в'язкої рідини Ньютона, закон Ньютона-Стокса, закон Гука, час релаксації та її фізичний зміст, час релаксації залежно від природи речовини, релаксація напруги.
16. Загальні поняття про реологічні системи. В'язкі, в'язкопружні та тиксопропні рідини.
17. Виготовлення виробів із пластмас методом екструзії.
18. Основні характеристики екструдерів.
19. Виготовлення плівок, різновид методів (рукавний метод та щілинний). Їх переваги та недоліки, технологічні параметри.
20. Виготовлення порожнистих виробів. Екструзійний метод, технологічні параметри.
21. Виготовлення деталей литтям під тиском. Сутність лиття під тиском термопластів. Основні стадії процесу.
22. Інфузія, інжекційне пресування. Дозування матеріалу, плавлення.
23. Охолодження форми, вплив швидкості охолодження на структуру полімеру у виробі.
24. Пресування термореактивних матеріалів. Процеси, що відбуваються під час пресування. Методи пресування.
25. Компресійне (пряме) пресування. Стадії процесу.
26. Литтєве пресування. Особливості ливарного пресування та область застосування.
27. Формування виробів із листів.
28. Технологія формування.
29. Переробка полімерів на валкових машинах.
30. Основи переробки полімерів вальцюванням та каландруванням, сфера застосування.
31. Технологічні параметри при каландруванні різних полімерів.
32. Механічна обробка виробів із пластмас. Види механічної обробки пластмас.
33. Виробництво виробів зі склопластиків.
34. Класифікація полімерних композиційних матеріалів
35. Принцип отримання полімерних композиційних матеріалів.
36. Зварювання пластмас.
37. Склеювання пластмас.
38. Конструювання виробів із пластмас.

8) Навчально-методичне забезпечення

Технології виробництва та переробки полімерів : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності “Хімічні технології та інженерія” / Т.В. Іванішена– Хмельницький : ХНУ, 2023. – 59 с.

9) Рекомендована література

Основна

1. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів : навч. посіб. (1 файл: 7,04 Мбайт). Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. 293 с.
2. Спорягін, Е. О. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. / Е. О. Спорягін, К. Є. Варлан. – Д. : Вид-во ДНУ, 2012.
3. Суберляк О.В., Баштанник П.І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. Підручник.-Львів: Видавництво «Растр-7», 2007.-376с.

Додаткова

4. Хімічна технологія виробництва полімерів: навч. посіб./ О.Б. Суровцев, І.А. Мандзюк. - Хмельницький: ТУП, 2003. - 250с.
5. ASTM F88/F88M-21. Стандартний метод випробування на міцність ущільнення гнучких бар'єрних матеріалів. URL: https://www.astm.org/f0088_f0088m-21.html
6. ASTM D5010-01 Стандартний посібник із тестування друкарських фарб і супутніх матеріалів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.astm.org/d5010-01.html>.
7. ASTM D882-18 Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.astm.org/d0882-18.html>.
8. ASTM D1894. Standard Test Method for Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheeting. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.instron.com/en/testing-solutions/astm-standards/astm-d1894>.
9. ASTM F1306 Plastics and Elastomers | Puncture Testing. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.admet.com/testing-applications/testing-standards/astm-f1306-film-and-laminate-puncture-testing/>
10. ДСТУ 7275:2021 Пакети з полімерних та комбінованих матеріалів. Загальні технічні умови. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_7275_2012.pdf.
11. ASTM D2244. Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/113620/e32531bb15234e61bd81bc19b441b50b/ASTM-D2244-22.pdf>
12. ASTM E313. Standard Practice for Calculating Yellowness and Whiteness Indices from Instrumentally Measured Color Coordinates. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/106215/b9c8874d178b4960801b19d6e464b85d/ASTM-E313-20.pdf>
13. Модульне середовище для навчання. URL: <https://msn.khmnua.edu.ua/course/view.php?id=8570>.
14. Електронна бібліотека університету. URL: http://lib.khmnua.edu.ua/asp/php_f/p1age_lib.php