

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра Технології пластичних мас і біологічно активних полімерів
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми
спеціальності 161 Хімічні технології
та інженерія
(назва комісії)

Валентин КАЗАКОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)
« » 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технологія переробки вторинних полімерів
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія
(шифр і назва)

спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(шифр і назва)

спеціалізація 161-06 Технологія полімерів для медичної, фармацевтичної,
харчової галузей та побуту

161-05 Технологія одержання функціональних виробів і
матеріалів з полімерів та еластомерів
(шифр і назва)

вид дисципліни профільна підготовка
(загальна підготовка / профільна підготовка)

форма навчання денна
(денна / заочна)

Харків – 2022 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Технологія переробки вторинних полімерів

(назва дисципліни)

Розробники:

доц., к.т.н. _____
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

О.В. Близнюк _____
(ініціали та прізвище)

(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

Технології пластичних мас і біологічно активних полімерів (ТПМ і БАП)
(назва кафедри)

Протокол від « 22 » 10 _____ 2022__ року № 2 _____

Завідувач кафедри ТПМ і БАП _____ проф. Ганна ЧЕРКАШИНА _____
(назва кафедри) (підпис) (ініціали та прізвище)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Назва випускової кафедри Технології пластичних мас і біологічно активних полімерів

Завідувач кафедри _____ проф. Ганна ЧЕРКАШИНА
(підпис) (ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2022 ____ р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета - є поглиблення базової хімічної підготовки та ознайомленням з сучасним станом сепарації, переробки та рециклінгу промислових та побутових відходів, з можливостями отримання вторинної сировини і продуктів.

Компетентності: ПКс-06-1 –Здатність застосовувати сучасні експериментальні методи аналізу та навички роботи із сучасною вимірювальною апаратурою в промислових та лабораторних умовах при переробці полімерів;

ПКс-06-4 –Здатність використовувати професійно профільовані знання, уміння й навички в галузі природничо-наукових дисциплін для аналізу, оцінювання і проектування технологічних процесів та устаткування переробки полімерних та композиційних матеріалів;

ПКс-06-5 –Здатність володіти навичками роботи з найбільш поширеними пакетами комп'ютерних програм та використовувати їх для вирішення практичних завдань у галузі професійної діяльності..

Результати навчання: РНс-06-1- Аналізувати взаємозв'язок «склад-структура–властивості» полімерної системи сучасними теоретичними методами;

РНс-06-2-Використовувати сучасні інформаційні і комунікаційні технології для пошуку, розрахунків, створення графічних та текстових документів, а також математичного аналізу та статистичної обробки у дослідженнях та проектуванні сучасних технологічних процесів з переробки полімерних та композиційних матеріалів;

РНс-06-3-Розробляти алгоритм розрахунку математичної моделі об'єкта з предметної галузі переробки полімерних та композиційних матеріалів, складати або обирати відповідну комп'ютерну програму для розрахунків або оптимізації параметрів об'єкта;

РНс-06-5-Аналізувати та професійно трактувати результати досліджень експериментальними методами. Обирати відповідні методи дослідження полімерних та композиційних матеріалів

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Хімія і технологія мономерів	Спеціальні методи досліджень структури та властивостей високомолекулярних сполук
Хімія і фізика високомолекулярних сполук	Технологія переробки полімерних композиційних матеріалів медичного призначення
Технологія виробництва високомолекулярних сполук	Фізико-хімія поверхні полімерів
	Санітарно-хімічні властивості пластичних мас

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	120 /4	64	56	32	32	-	P1	2	-	1

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 53,3 (%):

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
1	Л	2	<p>Змістовий модуль №1 Методі збору та утилізації відходів пластмас</p> <p>Тема 1: Сучасні полімерні матеріали. Області їхнього використання. Виникнення проблем, пов'язаних з утилізацією відходів полімерів.</p> <p>Природні полімери. Їхня роль у рішенні питань забруднення навколишнього середовища відходами полімерів.</p>	1,2
2	Л,СР	2+6	<p>Тема 2: Класифікація твердих побутових відходів (ТПВ)</p> <p>Основна сполука ТПВ. Фактори, що впливають на об'єм і сполуку побутових відходів. Способи утилізації відходів. Строки експлуатації виробів з полімерів. Упакування - найбільше короткоживчий виріб з полімерів. Об'єми полімерних матеріалів, щорічно виведених із уживання.</p> <p>Стан на сьогоднішній день і темпу збільшення об'ємів полімерних відходів у цілому й упакування зокрема.</p>	1,2,4,9
3	Л,СР	4+6	<p>Тема 3: Джерела полімерних відходів.</p> <p>Три основних джерела полімерних відходів. Переважна сполука полімерних відходів суспільного споживання. Види виробів з полімерів, що входять у змішані полімерні відходи. Співвідношення об'ємів трьох основних джерел полімерних відходів.</p>	1,2,4,9
4	Л,ЛЗ,СР	4+4+4	<p>Тема 4: Виділення полімерів з побутових відходів.</p> <p>Система утилізації полімерних відходів у європейських країнах. Директива ЄС по впакуванню й пакувальним відходам. Введення обов'язкових квот на різні види відходів. Розмаїтість видів полімерних відходів. Способи виділення полімерів з побутових відходів. Ручне сортування. Методи сортування, засновані на</p>	1,2,3,10

5	Л,СР	4+6	<p>щільності. Методи флотації (рідинний поділ). Сухий поділ. Сортування за допомогою центрифуги. Сортування за допомогою білякритичних і сверхкритичних жидкостей. Флотація з попередньою абсорбцією рас творителя. Флотація на основі гідрофобности. Пінна флотація. Оптичне сортування. Технологія сортування по кольорі. Промислові моделі. .</p> <p>Удосконалені методи сортування, засновані на спектроскопи. Лазерне акустичне розпізнавання. Рентгенівська флуоресценція для сортування ПВХ.</p> <p>Трібоелектричне «перо». Безперервний поділ пластмас за допомогою електризації тертям. Сортування по температурі плавлення. Сортування за допомогою селективного розчинення. Сортування методом здрібнювання — класифікації. Сортування металевих забруднень за допомогою сепараторів на основі струмів Фуко.</p> <p>Тема 5: Здрібнювання відходів пластмас.</p> <p>Шредери двох- і чотирехроторні. Однороторні шредери. Роторні змельчителі (дробарки). Шнекові дробарки. Сепарація листових полімерних матеріалів за допомогою здрібнювання. Процеси ущільнення. Агломератори. Ущільнення й спрессовивание плівки. Ущільнення роликми. Дискові млини тонкого млива. Здрібнювання з використанням турбодвигуна. Молоткова дробарка.</p>	1,3
6	Л,СР	2+4	<p>Криогенне здрібнювання. Сдвигова твердофазова екструзія. Хімічне здрібнювання</p> <p>Тема 6: Фільтрація розплавів вторинних полімерів</p> <p>Фільтри періодичної дії. Фільтри безперервної дії. Безперервні стрічкові фільтри. Фільтри зворотного промивання.</p>	1,2,11,15
7	Л,ЛЗ,СР	2+6+6	<p>Вимоги для фільтрації вторинних полімерів</p> <p><u>Змістовий модуль №2 Методі переробки</u></p> <p>Тема 7: Вторинна переробка ПЕТ</p> <p>Обмеження при вторинній переробці ПЕТ. Проблеми засміченості. Кислотні забруднювачі. Волога. Наклейки. Клейовий шар наклейок. Вплив слідів мета лов.</p> <p>Хімічна вторинна переробка (хемоліз). Гліколіз. Метаноліз. Гідроліз. Гібридні процеси (гліколіз-гідроліз). Диоліз крихти ПЕТ з одержанням полібутилентерефталату (ПБТ). Одержання поліолів. Одержання енергії</p> <p>Переробка полиолефинов. Переробка поліпропілену. Застосування вторинного ПП. Конструктивні рішення для реціклінга. Рішення</p>	1,2

8	Л,ЛЗ,СР	2+6+6	<p>по розбиранню продукції, що йде на переробку Вторинна переробка ПВХ. Труднощі в переробці ПВХ. Включення. Термічна нестабільність ПВХ. Богатокомпонентність сполуки. Методи поділу ПВХ і ПЕТ. Термічне розкладання. Технологія замкнутого сольового циклу Тема 8: Рециклінг полістиролу Ущільнення спіненого полістиролу (пінопласту). Зменшення розміру часток відходів спіненого полістиролу. Приклади застосування здрібненого пінопласту. Механічний рециклінг полістиролу. Рециклінг із використанням розчинників. Деполімерізація відходів полістиролу. Відновлення енергії з відходів спіненого полістиролу Рециклінг поліаміду. Вторинна переробка килимів і килимових покриттів. Хімічний рециклінг поліаміду. Ацидоліз. Гідроліз. Аммоноліз (або аміноліз). Деполімерізація у вакуумі. Механічний рециклінг матеріалу й застосування вторинного поліаміду.</p>	1,2,12,13
9	Л,ЛЗ,СР	2+6+6	<p>Тема 9: Рециклінг конструкційних термопластів Основні типи конструкційних пластмас, що піддаються вторинній переробці. Полікарбонат. Суміші й сплави полікарбонату й АБС. Суміші поліфеніленоксиду й полістиролу (ПФО й ПС). Поліацеталі. Сополімери стиролу й метакрилатів. Гідроліз. Хімічне очищення. Гідроциклон. Вібрація зі стиском. Фільтрація розплаву. Механічне стирання. Криогенне здрібнювання. Сухе дроблення. Пресування на валках. Рециклінг поліуретанів. Фізичний рециклінг. Відновлені спінені матеріали. Рециклінг шляхом здрібнювання. Компресійне формування (пресування). Хімічний рециклінг. Гліколіз твердих ПУ - пін. Рециклінг сировини й відновлення (регенерація) енергії. Газифікація. Відновлення теплової енергії шляхом спалювання.</p>	1,5,6
10	Л,ЛЗ,СР	2+6+6	<p>Тема 10: Рециклінг термореактивних полімерних композитів. Просте здрібнювання листового ламінованого компаунда з метою використання як наповнювач. Селективне хімічне розкладання відходів листового ламінованого компаунда. Піроліз відходів. Зворотна газифікація відходів. Рециклінг термопластичних композитів.</p>	1,7,8
11	Л,ЛЗ,СР	4+4+4	<p>Тема 11: Рециклінг промислової сировини —</p>	1,7,8,16

12	Л,СР	2+6	<p>піроліз, гідрування й газифікація</p> <p>Піроліз. Переваги піролізу перед спалюванням. Процеси піролізу у випалювальних печах/ретортах. Процес піролізу в псевдоожиженому шарі. Гідрування полімерних відходів. Переваги гідрування перед спалюванням.</p> <p>Газифікація. Переваги газифікації перед спалюванням.</p> <p>Тема 12: Спалювання відходів пластмас із метою відновлення (рекуперації) енергії.</p> <p>Спалювання відходів і пластмас, що входять до складу твердих побутових відходів. Конструкція камери спалювання. Переваги й обмеження збільшення змісту відходів пластмас при спалюванні твердих побутових відходів. Передові процеси застосування палива, отриманого на основі відходів пластмас (паливна концепція). Роздільне спалювання (моноспалювання). Спільне спалювання (соспалювання).</p> <p>Печі для випалу цементу. Спалювання в шахтних печах. Викиди й тверді залишки.</p>	1,7,8,14,16
Разом (годин)		120		

Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятися від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються студентом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	10
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	13
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	10
4	Виконання індивідуального (розрахункового) завдання:	23
	Разом	56

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Способи утилізації полімерних відходів. Їх переваги і недоліки.	5
2	Способи формування біоразлагаючої матеріалів на основі крохмалю.	9
3	Захоронення відходів. Санітарні полігони: їх пристрій і що пред'являються до ним вимоги.	15

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання поділяється на аудиторне (лекції, лабораторні роботи, консультації) та самостійну роботу студентів.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Здійснюється поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль включає перевірку знань, умінь та компетентностей студентів на лекціях, під час виконання лабораторних робіт та модульних контрольних робіт.

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Поточне тестування та самостійна робота										Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
5	5	5	5	15	15	10	10	10	20	

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	Добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	
60 ... 63	E	Задовільно
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Резниченко Т.И., Штурман А.А. Методические указания к лабораторному практикуму по технологии переработки и применению пластмасс, Харьков, ХПИ, 1983.
2. Рассоха А.Н., Авраменко В.Л. Методические указания к лабораторной работе «Изучение кривых течения термопластов», Харьков, ХПИ, 1990.
3. Штурман А.А., Резниченко Т.И. Методические указания “Поверхностное диффузионное окрашивание изделий из термопластичных материалов”,- Харьков, ХПИ, 1987.
4. Штурман А.А., Резниченко Т.И. Методические указания к выполнению лабораторной работы “ИСПЫТАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТМАСС»,-Харьков, ХПИ, 1986.

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Вторичная переработка пластмасс. Под ред. Ф.П. Ла Мантиа. 2006. 400 с.
2	Шайерс Дж. Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика. / Пер. с англ. — 2012. — 640 стр., ил.
3	Штарке Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс / Пер. с нем. / Под ред. В.А. Брагинского. – 1987.
4	Дядичев В.В. Переработка отходов полимерных материалов методом соэкструзии Луганск: СНУ им. В.И. Даля, 2003. — 220 с.

Допоміжна література

5	Дядичев В.В. Переработка отходов полимерных материалов методом соэкструзии Луганск: СНУ им. В.И. Даля, 2003. — 220 с.
6	Переробка вторинної сировини екструзією І.О. Мікульонок, ЛБ Радченко НТУУ «КПІ»
7	Пахаренко В.А., Яковлева С.А., Пахаренко А.В. Переработка полимерных композиционных материалов. - К.: Издательство компании «Воля», 2006 - 552 с.
8	Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини: монографія. – К.: ІВЦ

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)

nature.com/pj/volu..

Лондон, Англія, Великобританія

Polymer Journal публікує самі різні статті про передових розробках в області досліджень макромолекул. Охоплювані області включають синтез і реакції полімерів, структуру полімерів, фізичні властивості полімерів, поверхню і границі розділу полімерів, функціональні полімери, супрамолекулярні полімери, самозбираючі матеріали, біополімери, біополімерні матеріали та інженерію полімерів.

Plasticsnews.com

Детройт, Мічиган, США

Plastics News — єдина опублікована газета з тиражем 46 000 екземплярів, в якій публікуються глобальні новини, головним чином, для ринку Північної Америки. Заснована Crain Communications Inc. в Акроні, штат Огайо, в 1989 році охоплює діяльність світової індустрії пластмаси.

Royal Society of Chemistry - Polymers

Лондон, Англія, Великобританія

Область хімії полімерів включає наступне: нові методи синтезу та полімеризації, механізми та кінетика полімеризації, розширена характеристика полімерів, макромолекулярна структура та функції, синтез та застосування нових полімерів для біо-/наномедицини, реакції та хімія. полимеров.