

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
КОРАБЛЕБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНОЇ МЕХАНІКИ ТА КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ
КОРАБЛЯ



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

PROGRAM OF THE DISCIPLINE

Полімерознавство

Polymer science

рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни: *обов'язкова*

мова викладання: *українська*

Робоча програма навчальної дисципліни «Полімерознавство» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G "Інженерія, виробництво та будівництво" спеціальності G12 "Авіаційна та ракетно-космічна техніка".

«25» 04 2025 року. – 14 с.

Розробник:

Соломонюк Н.С. – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля.



Проект робочої програми навчальної дисципліни «Полімерознавство» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми
канд техн. наук, доцент



Наталя СОЛОМОНЮК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Полімерознавство» розглянуто на засіданні кафедри БМ та ККК.

Протокол № 9 від 13.05 2025 року.

Завідувач кафедри
д.т.н, професор



Леонтій КОРОСТИЛЬОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Полімерознавство» розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 6 від 20.05 2025 року.

/ Голова НМК КННІ, к.т.н, доцент



Антон КАРПЕЧЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Полімерознавство» погоджено з навчальним відділом.

Голова відділу

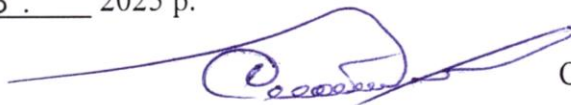


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Полімерознавство» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 6 від «25» 06. 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

	Вступ.....	4
1	Опис навчальної дисципліни.....	5
2	Мета вивчення навчальної дисципліни.....	5
3	Передумови для вивчення дисципліни.....	6
4	Очікуванні результати навчання.....	6
5	Програма навчальної дисципліни.....	6
6	Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	11
7	Форми поточного та підсумкового контролю.....	11
8	Критерії оцінювання результатів навчання.....	12
9	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	13
10	Рекомендовані джерела інформації.....	13

ВСТУП

Анотація

У здобувачів формуються знання та вміння в області полімерного матеріалознавства, які потрібні для утворення полімерних композиційних матеріалів. Курс надає знань щодо особливостей побудови полімерних ланцюгів, надмолекулярної структури аморфних, кристалічних полімерів та полімерів в орієнтованому стані, фізичних станів аморфних полімерів, процесів кристалізації та плавлення полімерів; деформаційних властивостей полімерів; особливостей поведінки полімерів в розчинах, властивостей пластифікованих полімерів.

Здобувачі навчатимуться визначати в залежності від хімічної структури надмолекулярну структуру полімеру, визначати його фізичний стан у широкому діапазоні температур, використовувати особливості деформування та руйнування полімерів, використовувати належні домішки для створення полімеру заданих властивостей, проводити ідентифікацію полімерів.

Дисципліна «Полімерознавство» є однією базових дисциплін при підготовці фахівців з полімерних композиційних матеріалів у області авіаційної, ракетно-космічної техніки та інших галузях їх застосування.

Ключові слова: *фізика полімерів, хімія полімерів, структура полімерів, макромолекули.*

Abstract

Students develop the knowledge and skills in the field of polymer materials science necessary for the formation of polymer composite materials. The course provides knowledge of the peculiarities of polymer chains, supramolecular structure of amorphous, crystalline polymers and polymers in the oriented state, physical states of amorphous polymers, processes of crystallisation and melting of polymers; deformation properties of polymers; peculiarities of polymer behaviour in solutions, properties of plasticised polymers.

Students will learn how to determine the supramolecular structure of a polymer depending on its chemical structure, determine its physical state in a wide range of temperatures, use the features of deformation and destruction of polymers, use appropriate additives to create a polymer of the desired properties, and identify polymers.

The discipline 'Polymer Science' is one of the basic disciplines in the training of specialists in polymer composite materials in the field of aviation, rocket and space technology and other areas of their application.

Keywords: *polymer physics, polymer chemistry, polymer structure, macromolecules.*

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» (0716 Motor vehicles, ships and aircraft)	Професійної підготовки
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 4		2-й
Електронний адрес РПНД <i>на сайті Університету</i>	Спеціальність G12 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»	Семестри
		4
Індивідуальне науково-дослідне завдання -	Освітня програма «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів»	Лекції
		30 год.
		Практичні, семінарські
Загальна кількість годин – 90		-
		Лабораторні
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи – 3	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	15 год
		Самостійна робота
		45 год.
		Індивідуальні завдання: -
		Форма контролю-комбінована:
		Екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Полімерознавство» є формування у студентів знань та вмінь про формування у студентів знань та вмінь в області полімерного матеріалознавства, які потрібні для утворення полімерних композиційних матеріалів.

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані та практичні задачі і проблеми у сфері розробки, виробництва та сертифікації авіаційної та ракетно-космічної техніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

К13. Здатність призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна «Полімерознавство» належить до циклу професійної її підготовки спеціалістів з полімерних композиційних матеріалів. Вивчення структури та технологій виготовлення полімерних матеріалів потребує певного рівня знань дисциплін загальної підготовки бакалаврів, таких як «Вища математика І», «Фізика», «Хімія», що за навчальним планом вивчаються в попередніх семестрах.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення дисципліни «Полімерознавство» передбачає формування у студентів таких результатів навчання:

ПРН 13. Описувати будову металів та неметалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів (відповідно до спеціалізації).

ПРН 15. Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.

5. Програма навчальної дисципліни

Денна форма навчання

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Сучасні уявлення про структуру полімерів

Тема 1 Хімічна будови полімерів.

Лекція 1. Класифікація полімерів. Особливості хімічної будови полімерів. Вплив хімічної побудови полімерів на фізичні властивості. Хімічна будова деяких полімерів, вплив змін в хімічній будові на фізичні властивості полімерів.

Література: [1], с. 8 - 22, [7] с. 3 – 13.

Лекція 2. Внутрішньо молекулярне теплове обертання. Поворотна ізомерія макромолекул. Конфігурації ті конформації макромолекул. Залежність потенційної енергії від кута повороту. Гнучкість макромолекул. Релаксаційні процеси в полімерах.

Література: [1], с. 22 - 27, [2].

Лекція 3. Молекулярна впорядкованість в полімерах. Методи дослідження структури. Надмолекулярна структура аморфних та кристалічних полімерів. Вплив типу надмолекулярної структури на властивості полімерів. Структура полімерів в орієнтованому стані.

Література: [1], с. 35 – 39, [2], с. 183 – 189.

Змістовий модуль 2. Фізичні стани полімерів та релаксаційні процеси в них.

Тема 2. Фізичні стани полімерів

Лекція 4. Агрегатні стани полімерів. Фазові стани та фазові переходи в полімерах. Кристалізація як фазовий перехід 1-го роду. Фізичні стани аморфних полімерів.

Література: [1], с. 90 – 92, [7] с. 15 – 21.

Лекція 5. Склоподібний стан полімерів. Структурне і механічне скловання. Методи визначення температури скловання. Залежність температури скловання від хімічної будови та молекулярної ваги молекул.

Література: [1], с.93 – 95, [2].

Лекція 6. Високоеластичний стан полімерів. Порівняння пружних та високоеластичних деформацій. Релаксаційні процеси в еластомерах. Релаксація напружень. Повзучість полімерів.

Література: [1], с. 110 – 112, [2], с. 73 – 84.

Лекція 7. В'язкотекучий стан полімерів. Аномальність течії полімерів. Деформування полімерної системи при постійному навантаженні та при постійній швидкості деформування. В'язкість полімерної системи.

Література [1], с.112 – 114, [2], с. 58 – 72.

Лекція 8. Термомеханічний метод дослідження полімерів. Термомеханічні криві полімерів (ТМК).. Вплив молекулярної маси на температуру течії полімеру.

Література: [1], с.115 – 125, [2], с. 73 – 89.

Тема 3. Кристалізація та плавлення полімерів

Лекція 9. Кристалізація полімерів. Механізм та кінетика кристалізації. Плавлення кристалічних полімерів. Залежність між температурами кристалізації та плавлення полімерів. Вплив типу надмолекулярної структури на процес плавлення полімеру.

Література: [2], с 230 - 235, [7], с.339 - 344.

Лекція 10. Орієнтований стан полімерів. Орієнтування аморфних полімерів. Орієнтування кристалічних полімерів. Властивості полімерів в орієнтованому стані.

Література: [7] с. 205 – 223.

Змістовий модуль 3. Деформаційні властивості, механічна міцність, руйнування полімерів.

Тема 4 Деформаційні властивості полімерів

Лекція 11. Деформаційні властивості склоподібних полімерів. Діаграма деформування. Вимушена еластичність. Крихкість полімерів. Деформаційні властивості кристалічних полімерів.

Література: [1], с. , [7] с. 425 – 434.

Лекція 12. Механічна міцність та довговічність полімерів. Теоретична міцність та технічна міцність полімерів. Статична втома полімерних систем. Вплив наповнювачів на механічну міцність.

Література: [1], с. 143 - 145, [5], с. 80 -85.

Лекція 13. Механізм руйнування полімерів. Теорії руйнування полімерів.

Література: [6] с. 102 – 134, [8].

Змістовий модуль 4. Полімерні розчини та пластикація полімерів

Тема 5 Розчини полімерів та їх особливості.

Лекція 14. Істинні та колоїдні розчини. Фактори, що визначають розчинення та набухання полімерів. Діаграми стану розчинів полімерів. Ріденеве та кристалічне розділення фаз в розчинах полімерах. Полімерні гелі. Розбавлені та концентровані розчини полімерів.

Література: [1], с. 115 – 128, [7], с. 473 - 493.

Лекція 15. Процес пластифікації полімерів. Вплив пластифікації на температуру скловання та течію полімерів. Сумісність пластифікаторів та полімерів. Механізми пластифікації. Вплив пластифікаторів на механічні властивості полімерів. Сучасні проблеми сучасного полімерного матеріалознавства.

Література: [1] с. 129 – 135, [7] с.473 - 488.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	усього	у тому числі			
		лекції	практ.	лаб.	с.р.
Модуль I.					
Змістовий модуль 1. Сучасні уявлення про структуру полімерів (ЗМ1)					
Тема 1. Хімічна будова полімерів	15	6	–	4	5
Разом за ЗМ1	15	6	–	4	5
Змістовий модуль 2. Фізичні стани полімерів та релаксаційні процеси в них (ЗМ2)					
Тема 2. Фізичні стани полімерів	20	10	–	4	6
Тема 3. Кристалізація та плавлення полімерів.	10	4	–	2	4
Разом за ЗМ2	30	14	–	6	10
Змістовий модуль 3. Деформаційні властивості, механічна міцність, руйнування полімерів (ЗМ3)					
Тема 4. Деформаційні властивості полімерів	15	6	–	2	7
Разом за ЗМ3	15	6	–	2	7
Змістовий модуль 4. Полімерні розчини та пластикація полімерів (ЗМ4)					
Тема 5 Розчини полімерів та їх особливості	15	4	–	3	8
Разом за ЗМ4	15	4	–	3	8
Екзамен з дисципліни	15	–	–	–	15
Усього годин	90	30	–	15	45

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
Модуль I.		
Змістовий модуль 1. Сучасні уявлення про структуру полімерів		
<i>Тема 1. Хімічна будова полімерів</i>		
1.	Ідентифікація пластмас в залежності від їх поведінки у полум'ї.	2
2.	Ідентифікація пластмас в залежності від їх поведінки у розчинниках.	2
Змістовий модуль 2. Фізичні стани полімерів та релаксаційні процеси в них		
<i>Тема 2. Фізичні стани полімерів</i>		
3.	Визначення температури плавлення кристалічних полімерів.	2
4.	Визначення температури скловання полімерів	2
<i>Тема 3. Кристалізація та плавлення полімерів.</i>		
5.	Вплив структури та фізичного стану на механічні властивості аморфних та кристалічних полімерів	2
Змістовий модуль 3. Деформаційні властивості, механічна міцність, руйнування полімерів		
<i>Тема 4 Деформаційні властивості полімерів</i>		
6.	Вплив ступеню орієнтації на механічні властивості термопластів	2
Змістовий модуль 4. Полімерні розчини та пластикація полімерів		
<i>Тема 5 Розчини полімерів та їх особливості</i>		
7	Вивчення впливу температури на в'язкість олігомерів.	3

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних та лабораторних занять, самостійне поглиблення знання за темами дисципліни; підготовку до захисту лабораторних робіт і екзамену.

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
		Денна форма
Модуль 1		
1	Підготовка до лекції 1	7
2	Підготовка до лабораторної роботи 1	23
3	<i>Підготовка до екзамену</i>	15
	<i>Разом</i>	45

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- Для всіх видів навчання: робота з літературою; пояснення; дискусія; демонстрування.
- для лекційних занять: лекція; бесіда; ілюстрування; відеометоди.
- для лабораторних занять: лабораторні роботи; спостереження; інструктаж.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах тощо;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюється за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки при захисті звітів з лабораторних робіт і оцінки заключного екзамену в кінці семестру.

Питома вага заключного екзамену складає 40 балів (4 питання по 10 балів кожне) в загальній системі оцінок. Право здавати заключний екзамен надається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 40 балів.

Підсумкова оцінка за навчальний курс в семестрі є сумою проміжних оцінок і екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувача із зазначеної теми.

Зарахування кредитів навчального курсу дисципліни можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок передбаченим чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної дисципліни студентів та їх оцінювання

Лабораторні роботи

Бал	Критерії оцінювання
8-9	Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес виконання досліду або розв'язування завдання. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
6-7	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Робота виконана в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат.
4-5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.

Бал	Критерії оцінювання
0	Робота не виконувалась.

Екзамен

Бал	Критерії оцінювання
35 -40	Завдання виконане у встановлений термін, самостійно, чітко сформоване розв'язання питань. Застосовувалися коректні методи для виконання завдань.
30-34	Завдання виконане у встановлений термін. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
25-29	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
15-24	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Завдання не виконувалося.

Сумарна кількість балів по формах проміжного контролю

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Семестр денної форми
Виконання лабораторних робіт	60
Екзамен	40
Всього	100

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т1	ЛР 1	8
		ЛР 2	8
ЗМ2	Т2	ЛР 3	9
		ЛР 4	9
	Т3	ЛР 5	9
ЗМ3	Т4	ЛР 6	9
ЗМ 4	Т5	ЛР 7	8
Семестровий контроль		екзамен	40
Разом за семестр			100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Технічні засоби

- Мультимедіа- та проекційна апаратура;
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання,
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник – Київ: НТУУ "КПІ" 2016. – 161 с.
2. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020 – 293 с.
3. Теорія та методи дослідження і випробування пластмас, клеїв та герметиків: навч. посібник / Л.П. Підгорна, Г.М. Черкашина, В.В. Лебедєв – Харків: НТУ "ХПІ", 2015. – 276 с.
4. Лабораторні роботи з курсу «Полімерні композиційні матеріали»: методичні вказівки / Н. С. Соломонюк, – Миколаїв : НУК, 2017. – 65с.
5. Джур Є.О. Полімерні матеріали в ракетно-космічній техніці: Підручник: – К.: Вища освіта, 2003. – 279 с.
6. Фабуляк Ф.Г. Полімерне матеріалознавство : підручник для студ. вищ. навч. закл. / Ф.Г. Фабуляк, С.В. Іванов, Л.Д. Масленнікова. - Київ : Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 194 с.
7. Handbook of Polymer Synthesis, Characterization, and Processing. Editor(s): Enrique Saldívar-Guerra, Eduardo Vivaldo-Lima First published: 22 February 2013. |DOI:10.1002/9781118480793 – 622 с.

Допоміжна література

1. Шидловський М.С., Шпак Д.Ю., Тимошенко О.В. Нові матеріали [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт «Обладнання для випробувань конструкційних пластмас та гум при короткочасному навантаженні»– К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 48 с. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1542>
2. Materials Science and Engineering Perspective, First Edition. Edited by Kantesh Balani, Vivek Verma, Arvind Agarwal, Roger Narayan. © 2015 The American Ceramic Society. Published 2015 by John Wiley & Sons, Inc
3. Теоретичні основи хімії та технології полімерів / О. В. Суберляк, В. Й. Скорохода, Н. Б. Семенюк. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. — 340 с. — ISBN 978-617-607-612-4
4. ISO 527-1:2012. Plastics. Determination of tensile properties. Part 1: General principles

5. ISO 527-2:2012. Plastics. Tensile test method
6. ISO 527-3:2018. Test conditions for films and sheets
7. ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009. Polymeric composites. Test methods. Tensile test methods

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Електронна бібліотека кафедри БМ та ККК.
2. Журнали "Polymer journal", "JEC composites", "Reinforced plastics", "Composites Fabrication".
3. Сайти (WEB-adresses):
 - <https://www.imcnasu.kyiv.ua/polymer-journal>
 - Інформаційний портал <https://onlinelibrary.wiley.com/>
 - Електронні посібники ВНТУ <http://posibnyky.vntu.edu.ua/>