



# Технологія переробки еластомерів

## Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

### Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS /120 годин (18 годин лекцій, 36 годин практичних занять)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік письмовий -/ МКР, практичні заняття</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на 2 тижні (1 пара через тиждень), практичні заняття 2 години на тижні (1 пара на тиждень) за розкладом на <a href="https://schedule.kpi.ua">https://schedule.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Мельник Любов Іванівна, luba_xtkm@ukr.net</i> Практичні заняття: <i>к.т.н., доцент Мельник Любов Іванівна, luba_xtkm@ukr.net<sup>1</sup></i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

### Програма освітньої компоненти

#### 1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Завдяки різноманітним властивостям полімерів вони знайшли широке використання. Для направленої зміни властивостей, тобто встановлення зв'язку склад – структура – властивості необхідно володіти знаннями про структуру полімерів, способи її регулювання в процесі синтезу. Важливо знати методи синтезу полімерів, залежність властивостей від його структури, фізичні та експлуатаційні властивості полімерів та їх розчинів.

Предметом освітньої компоненти є фізико-хімічні засади технології переробки полімерів.

Метою освітньої компоненти є формування у студентів **компетентностей**:

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

K14. Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.

K16 Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії.

K17 Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

K24 Здатність проектувати структуру та склад композиційних матеріалів для одержання необхідного рівня технічних та експлуатаційних властивостей.

## **1.2. Основні завдання освітньої компоненти.**

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння освітньої компоненти мають продемонструвати такі результати навчання:

ПР06. Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосування в хімічній інженерії.

ПР07. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

ПР14. Проектувати композиційні матеріали на основі органічних та неорганічних зв'язаних виходячи з експлуатаційних вимог до них.

### **Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти мають отримати: ЗНАННЯ:**

про тенденції розвитку технології галузі;

- хімічну і структурну будову латексів, каучуків, їх властивості і технології виробництва еластомерних матеріалів та виробів;

- хімічну природу латексів, каучуків, розмір колоїдних глобул, фазоутворення в дисперсіях;

- методи дослідження в'язкості і властивостей;

- підходи в створенні композицій;

- методи одержання емульсій, дисперсій, розчинів і гумових сумішей;

- плівкоутворення при випаровуванні вологи із тонкого шару латексу;

- гелеутворення при желатинізації, іонному (коагулятивному) відкладанні і термосенсибілізації латексів;

- синерезис в латексних композиціях;

- фізико-хімію плівкоутворення латексів;

- виробництво піноматеріалів технічного та побутового призначення;

- технологія виробництва виробів із пінолатексних матеріалів;

- макані латексні вироби;

- екструзія еластомерів.

- застосування латексу у текстильних виробках, папері та картоні;

- підходи в одержанні клеїв та адгезивів;

- штучну шкіру, просочення шинного корду, антикорозійний захист металу;

- техніку безпеки і захист навколишнього середовища при переробці латексів.

### **УМІННЯ:**

- виготовляти латексні композиції і гумові суміші;

- проводити вулканізацію латексних і каучукових композицій з використанням прискорювачів, запобіжників старіння, стабілізаторів з реалізацією відповідних технологічних процесів;

- визначати властивості латексів;

- формувати композиції для одержання еластомерів з використанням розчинів, емульсій і дисперсій інгредієнтів;

- формувати плівки при випаровуванні вологи;

- розробляти технології латексних виробів одержаних методом занурення;

- проводити обробку латексом текстильних матеріалів, паперу та картону;

- створювати штучну шкіру з використанням латексу;

- забезпечувати техніку безпеки і захист навколишнього середовища.

#### **ДОСВІД:**

- уміння успішно вирішувати завдання з підбору складу еластомерної композиції та її переробки для одержання заданого виробу.

### **2. Пререквізити та постреквізити освітньої компоненти (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Зазначається перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Органічна хімія	Загальні відомості про будову та реакційну здатність органічних речовин
Загальна та неорганічна хімія	Базові знання про неорганічні сполуки та їх атомно-молекулярний склад
Полімерне матеріалознавство	Будова і властивості матеріалів, методи виміру параметрів і властивостей матеріалів. Основні експлуатаційні характеристики та призначення полімерних матеріалів
Інформаційні технології	Принципи обробки інформації в математичних пакетах та програмних пакетах загального призначення – MS Excel. Робота з сучасними програмними продуктами: Mathcad, Matlab
Хімія і фізика полімерів	Основні процеси, та зміни властивостей полімерів при переході з одного стану в інший залежно від температурного режиму переробки
Інструментальні методи дослідження	Сучасні інструментальні методи визначення базових характеристик композиційних матеріалів. Фізико-хімічні методи аналізу.

Знання отримані студентами в процесі вивчення цієї освітньої компоненти застосовуються ними при виконанні бакалаврської дипломної роботи та магістерської дисертації.

### **3. Зміст освітньої компоненти**

#### **Розділ 1. Хімічна природа латексів, каучуків, їх композиційний склад**

Тема 1.1 *Хімічна природа латексів.*

Тема 1.2. *В'язкість латексів і способи її регулювання.*

Тема 1.3. *Латексні композиції, гумові суміші.*

Тема 1.4. *Розчини, емульсії, дисперсії інгредієнтів латексних композицій і гумових сумішей.*

## **Розділ 2. Фізико-хімічні основи технологічних процесів переробки латексів**

Тема 2.1. *Плівкоутворення при випаровуванні вологи із тонкого шару латексу.*

Тема 2.2. *Гелеутворення при желатинізації, іонному (коагулянтному) відложенні і термосенсибілізації латексів.*

Тема 2.3. *Синерезис в латексних композиціях, його термодинамічна основа.*

## **Розділ 3. Виробництво еластомерних виробів із латексів та каучуків**

Тема 3.1. *Виробництво піноеластомерів технічного і побутового призначення.*

Тема 3.2. *Технології виготовлення виробів із пінолатексних і піноуретанових матеріалів*

Тема 3.3. *Макані латексні вироби.*

Тема 3.4. *Вироби, одержані екструзією латексних композицій і гумових сумішей.*

*Вулканізація.*

## **Розділ 4 Виробництво матеріалів і виробів з використанням латексів**

Тема 4.1. *Застосування латексів у виробках текстильної промисловості і у виробництві паперу та картону.*

Тема 4.2. *Латексні фарби.*

Тема 4.3. *Інші застосування латексів.*

Тема 4.4. *Техніка безпеки і захист навколишнього середовища при переробці латексів.*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри хімічної технології композиційних матеріалів. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

### **Базова**

1. Мельник Л.І. Технологія переробки еластомерів: навч. посібник – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 257 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/55416>
2. Polymer Iatices and their applications. Edited by K.O. Calvert, Applied Science Publishers Ltd, London, 1989, p. 73.
3. Byrne P.S., Pole E.G., P.L. Fitzgerald P.L. European rubber j, 1978, v. 160, N 9, p. 10-16, 58.
4. Jahn R.G. Adhesive Age, 1977, v. 20, N 12, p. 35-37.

### **Додаткова**

5. Хорошилова Т.І. Високомолекулярні сполуки: підручник / Т.І. Хорошилова В.О., С.В. Рябов. – Мелітополь: вид-во Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, 2013. – 178 с.

6. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник – Київ: НТУУ "КПІ". – 2016. – 161 с.

7. International Standards of quality and packing for natural rubber grades. Washington: Rubber Manufacturers Association 1969.

8. Brydson, J.A. (1988). Rubbery Materials and their Compounds. Springer Netherlands. ISBN 978-1-85166-215-9.

9. Morton, M. (2013). Rubber Technology. Springer Science & Business Media. ISBN 978-94-017-2925-3.

### Інформаційні ресурси

10. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код доступу - за запрошенням викладача.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування освітньої компоненти

#### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами практичних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, графіків та рисунків, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [10]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень	<b>Розділ 1. Хімічна природа латексів, каучуків, їх композиційний склад</b> <b>Тема 1.1.</b> Хімічна природа латексів. Властивості латексів. Розмір колоїдних частинок і їх полідисперсність. Водна фаза латексів. Поверхня розділу полімер-вода. Властивості і особливості полімерної фази в латексі.
2	3 тиждень	<b>Тема 1.2.</b> В'язкість латексів і способи її регулювання. Технологічні властивості латексів. Асортимент і показники властивостей латексів. Синтетичні і штучні латекси.
3	5 тиждень	<b>Тема 1.3.</b> Латексні композиції, гумові суміші. Інгредієнти латексних і гумових композицій. Наповнювачі і пластифікатори, регулятори в'язкості
4	7 тиждень	<b>Тема 1.4.</b> Розчини емульсії, дисперсії інгредієнтів латексних композицій. Виготовлення латексних композицій і гумових сумішей.
5	9 тиждень	<b>Розділ 2. Фізико-хімічні основи технологічних процесів переробки латексів</b> <b>Тема 2.1.</b> Плівкоутворення при випаровуванні вологи із шару латексу. Теоретичні основи механізмів плівкоутворення, визрівання, фізико-механічні властивості.
6	11 тиждень	<b>Тема 2.2.</b> Гелеутворення при же латинізації латексів. Гелеутворення при іонному (коагуляційному) відложенні в латексних композиціях. Гелеутворення при термосенсибілізації латексів.

7	13 тиждень	<b>Тема 2.3.</b> Синерезис в латексних композиціях, його термодинамічна основа. Сушка гелів, підвулканізація та вулканізація. Режими і вулканізуючі інгредієнти. Фізико-хімія піноутворення латексів, властивості пін. Способи одержання. Піноутворююча здатність латексних композицій – кратність піни. Кінетика формування і структура пін.
8	15 тиждень	<b>Розділ 3. Виробництво еластомерних виробів із латексів та каучуків.</b> <b>Тема 3.1.</b> Виробництво піноматеріалів технічного і побутового призначення, які одержані із латексу та каучуку. Властивості <b>Тема 3.2.</b> Технологія виготовлення виробів із пінолатексних і піноуретанових матеріалів. <b>Тема 3.3.</b> Макані латексні вироби. Методи прямого і багаторазового макання. Інтенсифікація процесу гелеутворення, відмивки і сушки. <b>Тема 3.4.</b> Вироби, одержані екструзією латексних композицій і гумових сумішей. Вулканізація.
9	17 тиждень	<b>Розділ 4 Виробництво матеріалів і виробів з використанням латексів</b> <b>Тема 4.1.</b> Застосування латексу у виробках текстильної промисловості і у виробництві паперу та картону. <b>Тема 4.2.</b> Латексні фарби. Композиційний склад, властивості. Адгезиви (клеї) на основі латексів і поліуретанів. <b>Тема 4.3.</b> Інші застосування латексів: просочення шинного корду, штучна шкіра, антикорозійний захист металу, латексно-бітумні і азбоцементні вироби. <b>Тема 4.4.</b> Техніка безпеки і захист навколишнього середовища при переробці латексів.

### Практичні заняття

Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами, в ході вивчення освітньої компоненти «Технологія переробки еластомерів». Тематика практичних робіт спрямована на ознайомлення з хімічною природою латексів їх властивостями, створення латексних композицій. Ознайомлення з технологією виготовлення латексних виробів.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи	Години
1-2	Складові компоненти латексних композицій	Ознайомлення зі складовими латексних композицій, підбір складу композиції в залежності від виду латексу	4
3-4	Рецептура латексних композицій	Складання покомпонентної рецептури латексної композиції	4
5-8	Технологія виготовлення латексних виробів	Розробка технологічної лінії по виготовленню конкретного латексного виробу за завданням викладача	6

9-10	Технологія виготовлення вспінених латексних виробів	Розробка технологічної лінії по виготовленню конкретного вспіненого латексного виробу за завданням викладача	6
11-12	Латексні фарби	Розробка рецептури латексної фарби певного призначення за завданням викладача	4
13-14	Модульна контрольна робота. Та захист практичних робіт		4
15	Підсумкове заняття. Захист робіт, ознайомлення з рейтингом, здача заборгованостей		4

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до практичних занять, оформлення звітів, підготовка до захисту практичних робіт, підготовка до модульної контрольної роботи та до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, оформлення протоколів з практичних робіт та підготовка до їх захисту	2-3 години на тиждень
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	2 години
Підготовка до заліку	10 годин

## Політика та контроль

### 7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, практичні заняття – у лабораторіях навчального корпусу. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних робіт є обов'язковим.

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms тощо). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

#### **Система вимог, які викладач ставить перед студентом:**

- *правила відвідування занять: заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях;*

- *практичні заняття та Експрес-контролі, в разі відсутності на заняттях під час їх проведення, не підлягають відпрацюванню;*

- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*

• політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності;

• при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача;

• перед початком вивчення нової теми проводиться опитування за матеріалами попередньої із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms тощо). Кількість таких Експрес-Контролів дорівнює 6.

#### Правила захисту практичних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали роботу та оформили протокол.
2. На захист виносяться питання, що стосуються теоретичних засад та особливостей методики виконання даної роботи.
3. Виконання роботи та її захист оцінюється згідно РСО та виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

### **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)**

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: експрес-опитування на лекціях, захист практичних робіт, МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий залік.

#### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

**1. Рейтинг студента** з освітньої компоненти розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання практичних робіт (5 робіт);
- написання модульної контрольної роботи;
- експрес-опитування (9 робіт на лекціях).

#### **2. Критерії нарахування балів.**

##### **2.1. Робота на практичних заняттях:**

Ваговий бал – 8. Максимальна кількість балів на усіх практичних заняттях дорівнює: 8 балів × 5 = 40 балів.

#### **Критерії оцінювання**

8-6 балів: безпомилкове виконання та оформлення *аудиторного* та *домашнього* завдання; захист роботи під час наступного заняття;

5-3 бали: вірно в цілому виконання з незначними недоліками в оформленні, або помилковим виконання завдання з деякими похибками, що виправлені після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента, захист роботи під час наступного заняття;

2-1 бал: вірне виконання роботи після навідної допомоги викладача або проведення роботи зі значущими помилками, які підлягають виправленню; захист роботи з затримкою у 2 заняття;

0 балів: відсутність на занятті без поважних причин.

## 2.2. Модульна контрольна робота (МКР)

Ваговий бал – 42. Модульна контрольна робота виконується у вигляді тесту з 42 питань та 4 варіантів відповідей до них. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал. Максимальна кількість балів за МКР складає: 42 питання × 1 бал = 42 бали.

## 2.3. Експрес-опитування

Кожне експрес-опитування складається з 10 питань, кожна правильна відповідь оцінюється в 0,2 бал.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів за експрес-контрольні роботи дорівнює: 2 бали (0,2 бал × 10 питання) × 9 робіт = 18 балів.

### Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Рейтингова оцінка (  $RD$  ) з кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді заліку, формується як сума балів поточної успішності навчання:

$$r_c = r_{лб} + r_{мкр} + r_{дкр}$$

$$r_c = 40+42+18 = 100 \text{ балів}$$

**Розмір шкали рейтингу  $RD = 100$**

3. Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 27 балів та виконання всіх практичних робіт (на час атестації). Умовою позитивної другої атестації – отримання не менше 46 балів, виконання всіх практичних робіт (на час атестації) за умови написання модульної контрольної роботи.

4. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови захисту всіх практичних робіт та МКР переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п.6). Якщо сума балів менша за 60, але захищені всі практичні роботи та МКР студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі підсумкова оцінка є сумою балів за залікову контрольну роботу та балів набраних протягом семестру за МКР та експрес-опитування ця сума переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею п. 6.

Залікова контрольна робота оцінюється в 40 балів. Контрольне завдання цієї роботи проводиться у формі тесту з 40 запитань та 4 відповідей на них. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.

5. Здобувач ВО, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі всі бали набрані протягом семестру анулюються, остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі за МКР та експрес-опитування.

6. Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре

84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані практичні роботи або відсутня МКР	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з освітньої компоненти**

- Вимоги до оформлення звіту з практичних робіт, перелік запитань до МКР та заліку наведені у Google Classroom «Технологія переробки еластомерів» (платформа Sikorsky-distance).

### **Робочу програму освітньої компоненти (силабус):**

#### **Складено:**

*доцентом кафедри хімічної технології композиційних матеріалів к.т.н. доц. Мельник Л.І.*

*Ухвалено кафедрою хімічної технології композиційних матеріалів*

*(протокол № 19 від 27.06.2025 р.)*

*Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.06.2025 р.)*