

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

---

ЗАТВЕРДЖУЮ

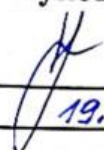
Ректор ДНУ

  
19.02.2026 р. Сергій ОКОВИТИЙ




ПОГОДЖЕНО

В.о. проректора  
з науково-педагогічної роботи

  
19.02. 2026 р. Наталія ГУК

ПРОГРАМА АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ  
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти  
за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія  
галуззю знань 16 Хімічна та біоінженерія  
освітньою програмою «Хімічні технології та інженерія»

Програма затверджена на засіданні  
Вченої ради хімічного факультету  
від «15» 01 2026 р. протокол № 4  
Голова вченої ради хімічного факультету

  
Віктор ВАРГАЛЮК

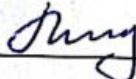
Дніпро  
2026

Укладачі програми:

1. Косіцина Олена Сергіївна, канд. техн. наук, доц., зав.каф. аналітичної хімії та хімічної технології.
2. Поджарський Михайло Абрамович, канд. техн. наук, доц., доц. кафедри аналітичної хімії та хімічної технології.

Програма ухвалена на засіданні кафедри аналітичної хімії та хімічної технології від «16» 12 2025 р., протокол № 6.

Завідувачка кафедри аналітичної хімії та хімічної технології

 Олена КОСІЦИНА

та на засіданні науково-методичної ради хімічного факультету від «13» 01 2026 р., протокол № 7.

Голова



Надія СТЕЦЬ

## 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Програма атестаційного екзамену відповідає затвердженій освітній програмі «Хімічні технології та інженерія» від 26 вересня 2024 р., пр. № 2 зі змінами до редакції № 3 (зміни до ОП у зв'язку зі змінами до стандарту згідно з наказом МОН України від 13.06.2024 р. № 842).

Програма спрямована на перевірку якості засвоєння знань з основних фахових нормативних дисциплін, визначених навчальним планом підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія, ОПП «Хімічні технології та інженерія».

Атестаційний екзамен перевіряє формування **компетентностей** за ОП:

ІК. Здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімічних технологій та інженерії, що передбачає застосування теорій та методів хімічних технологій та інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК02. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК03 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК06. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК09. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

СК01. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.

СК02. Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.

СК05. Здатність обирати та використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

СК06. Здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем в галузі хімічної інженерії.

Співвідношення результатів атестаційного екзамену із **програмними результатами навчання**:

Назва програмного результату навчання	Назви освітніх компонентів, що забезпечують даний програмний результат навчання
ПР01. Знати природничі та соціально-гуманітарні дисципліни на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.	Історія та культура України, Філософія, Українська мова за професійним спрямуванням, Іноземна мова (англійська/німецька/ французька), Реалізація прав, свобод і обов'язків громадянина України, Психологія спілкування, Вища математика, Фізика, Загальна та неорганічна хімія,

	Органічна хімія, Аналітична хімія, Основи фізичної та колоїдної хімії, Хімія та фізика високомолекулярних сполук
<p>ПР02 Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі.</p>	<p>Українська мова за професійним спрямуванням, Іноземна мова (англійська/німецька/ французька), Введення до спеціальності, Загальна та неорганічна хімія, Органічна хімія, Аналітична хімія, Основи фізичної та колоїдної хімії, Хімія високоенергетичних сполук, Хімічна технологія виробництва полімерів, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Властивості та основи технології спецматеріалів, Хімія та фізика високомолекулярних сполук, Конструкційні полімерні композиційні матеріали, Інструментальні методи хімічного аналізу, Контроль та керування хіміко-технологічними процесами, Технологія виробництва енергонасичених матеріалів, Курсовий проект за спеціальністю, Виробнича практика, Атестаційний екзамєн</p>
<p>ПР03. Знати і розуміти механізми, кінетику і термодинаміку хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.</p>	<p>Загальна та неорганічна хімія, Органічна хімія, Аналітична хімія, Основи фізичної та колоїдної хімії, Хімія високоенергетичних сполук, Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології, Хімічна технологія виробництва полімерів, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Властивості та основи технології спецматеріалів, Хімія та фізика високомолекулярних сполук, Основи проектування хімічних виробництв, Курсовий проект за спеціальністю</p>
<p>ПР04. Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.</p>	<p>Загальна та неорганічна хімія, Органічна хімія, Аналітична хімія, Основи фізичної та колоїдної хімії, Хімія та фізика високомолекулярних сполук, Інструментальні методи хімічного аналізу</p>
<p>ПР05. Розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручі до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики.</p>	<p>Безпека життєдіяльності та цивільний захист, Охорона праці у галузі, Інженерна та комп'ютерна графіка, Автоматизоване проектування в хімічній галузі, Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології, Хімічна технологія виробництва полімерів, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Властивості та</p>

	основи технології спецматеріалів, Конструкційні полімерні композиційні матеріали, Економіка, організація та управління хімічних підприємств, Основи проектування хімічних виробництв, Контроль та керування хіміко-технологічними процесами, Технологія виробництва енергонасичених матеріалів, Курсовий проект за спеціальністю
ПР06 Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосовування в хімічній інженерії.	Хімічна технологія виробництва полімерів, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Властивості та основи технології спецматеріалів, Конструкційні полімерні композиційні матеріали, Курсовий проект за спеціальністю
ПР07. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.	Введення до спеціальності, Хімічна технологія виробництва полімерів, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Властивості та основи технології спецматеріалів, Інструментальні методи хімічного аналізу, Основи проектування хімічних виробництв, Контроль та керування хіміко-технологічними процесами, Технологія виробництва енергонасичених матеріалів, Курсовий проект за спеціальністю, Атестаційний екзаме
ПР08 Використовувати сучасні обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії, зокрема, для розрахунків устаткування і процесів хімічних виробництв	Інформаційні та комунікаційні технології, Інженерна та комп'ютерна графіка, Автоматизоване проектування в хімічній галузі, Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Основи проектування хімічних виробництв, Курсовий проект за спеціальністю, Навчальна практика
ПР09 Забезпечувати безпеку персоналу та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері хімічної інженерії.	Безпека життєдіяльності та цивільний захист, Охорона праці у галузі, Введення до спеціальності, Хімічна технологія виробництва полімерів, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Властивості та основи технології спецматеріалів, Основи проектування хімічних виробництв, Контроль та керування хіміко-технологічними процесами, Технологія виробництва

	енергонасичених матеріалів, Курсовий проект за спеціальністю
ПР10. Обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати власну позицію.	Українська мова за професійним спрямуванням, Іноземна мова (англійська/німецька/ французька), Психологія спілкування, Введення до спеціальності, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Економіка, організація та управління хімічних підприємств, Курсовий проект за спеціальністю, Виробнича практика
ПР11 Вільно спілкуватися з професійних питань усно і письмово державною та іноземною мовами.	Українська мова за професійним спрямуванням, Іноземна мова (англійська/німецька/ французька), Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Курсовий проект за спеціальністю, Виробнича практика, Атестаційний екзамен
ПР12. Розуміти принципи права і правові засади професійної діяльності	Реалізація прав, свобод і обов'язків громадянина України, Введення до спеціальності, Економіка, організація та управління хімічних підприємств
ПР13 Розуміти хімічну інженерію як складника сучасних науки і техніки, її місця у розвитку інженерії, української держави та загальносвітової культури	Введення до спеціальності, Хімічна технологія виробництва полімерів, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Економіка, організація та управління хімічних підприємств, Основи проектування хімічних виробництв, Технологія виробництва енергонасичених матеріалів, Курсовий проект за спеціальністю, Виробнича практика, Атестаційний екзамен
ПР14. Виконувати техніко-економічне обґрунтування хімічного виробництва, володіти методами удосконалення технологічного процесу, розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування виробництвом	Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Економіка, організація та управління хімічних підприємств, Основи проектування хімічних виробництв, Курсовий проект за спеціальністю
ПР15. Виконувати експериментальні дослідження та лабораторні аналізи і вимірювання, інтерпретувати одержувані дані, робити обґрунтовані висновки відповідно до поставлених задач	Фізика, Загальна та неорганічна хімія, Органічна хімія, Аналітична хімія, Основи фізичної та колоїдної хімії, Хімія високоенергетичних сполук, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Властивості та основи технології спецматеріалів, Хімія та фізика високомолекулярних сполук, Інструментальні методи хімічного аналізу

<p>ПР16 Використовувати бази даних та інші джерела для пошуку інформації, критично аналізувати і застосовувати технічну та наукову інформацію при вирішенні інженерних задач відповідно до професійної діяльності.</p>	<p>Інформаційні та комунікаційні технології, Автоматизоване проектування в хімічній галузі, Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Основи проектування хімічних виробництв, Курсовий проект за спеціальністю, Навчальна практика</p>
<p>ПР17. Оцінювати вплив технологічних факторів на склад кінцевого продукту та довкілля</p>	<p>Безпека життєдіяльності та цивільний захист, Хімічна технологія виробництва полімерів, Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Курсові проекти з дисципліни «Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології», Властивості та основи технології спецматеріалів, Основи проектування хімічних виробництв, Технологія виробництва енергонасичених матеріалів, Курсовий проект за спеціальністю</p>
<p>ПР18. Здійснювати професійну діяльність на засадах соціальної відповідальності, громадянської свідомості, дотримання етичних норм, прояву навичок міжособистісної взаємодії; використовувати різні види та форми рухової активності для ведення здорового способу життя, активного відпочинку та продуктивної праці.</p>	<p>Фізична культура, Історія та культура України, Безпека життєдіяльності та цивільний захист, Реалізація прав, свобод і обов'язків громадянина України, Психологія спілкування, Охорона праці у галузі, Введення до спеціальності</p>
<p>ПР19. Знати основи запобігання корупції, суспільної та академічної доброчесності на рівні, необхідному для формування нетерпимості до корупції та проявів недоброчесної поведінки серед здобувачів освіти та вміти застосовувати їх в професійній діяльності.</p>	<p>Загальна теорія процесів і апаратів хімічної технології, Хімія та фізика високомолекулярних сполук, Інструментальні методи хімічного аналізу, Основи проектування хімічних виробництв, Контроль та керування хіміко-технологічними процесами</p>

До програми атестаційного екзамену увійшли теми та питання за **освітніми компонентами:**

1. Хімія та фізика високомолекулярних сполук.
2. Процеси і апарати хімічних виробництв.

Програма затверджена на засіданні Вченої ради хімічного факультету від 15.01.2026 протокол № 4.

## **2. ПЕРЕЛІК ТЕМ, ЗА ЯКИМИ СКЛАДАЄТЬСЯ АТЕСТАЦІЙНИЙ ЕЗКАМЕН**

### **2.1. Теми за ОК «Хімія та фізика високомолекулярних сполук»**

**Тема 1. Загальні уявлення про природу і властивості високомолекулярних сполук (ВМС)**

Поширення і місце ВМС в природі; значення і місце в техніці й побуті. Особливості будови синтетичних і природних ВМС; полімерні ВМС; основні відмінності властивостей ВМС і їх низькомолекулярних аналогів.

Загальна характеристика способів одержання штучних і синтетичних полімерів.

Класифікація полімерів. Терміни й визначення в хімії ВМС.

Стереохімія полімерів: конфігурація й конформація; хімічна ізомерія ланок; регулярність полімерів; *цис-транс*-ізомерія; стереоізомерія: природа, термінологія, види.

Номенклатура полімерів і співполімерів: раціональна й систематична номенклатури.

Молекулярно-масові характеристики полімерів.

## **Тема 2. Радикальна полімеризація**

### **Радикальна гомополімеризація**

Основні види і ознаки полімеризаційних процесів. Загальні уявлення про радикали: живучість і стабільність радикалів; характерні реакції радикалів.

Механізм і загальні умови радикальної полімеризації. Ініціювання: способи; хімічне ініціювання, ініціатори, ефективність і швидкість розпаду ініціатора; ініціюючі Red/Ox системи. Характеристика і швидкість окремих стадій радикальної полімеризації за хімічного ініціювання.

Кінетика радикальної полімеризації. Швидкість процесу полімеризації; кінетична довжина ланцюга й ступінь полімеризації. Реакції і константи передачі ланцюга; поняття про кінетичний і матеріальний ланцюг. Основне рівняння кінетики радикальної полімеризації. Інгібітори, сповільнювачі й регулятори радикальної полімеризації: механізм дії інгібіторів полімеризації; роль кисню повітря в процесах радикальної полімеризації; оборотне інгібування: «псевдожива» полімеризація.

Термодинаміка полімеризації. Термодинамічні умови протікання полімеризації. Верхня й нижня граничні температури полімеризації. Рівноважна концентрація й гранична конверсія мономера.

Радикальна полімеризація при глибоких ступенях перетворення. Гель-ефект (ефект Тромсдорфа).

Молекулярно-масовий розподіл при радикальній полімеризації.

### **Радикальна співполімеризація**

Співполімеризація. Миттєвий склад співполімеру. Константи співполімеризації, зв'язок складу мономерної суміші й співполімеру. Залежність складу співполімеру від конверсії мономерів. Швидкість радикальної співполімеризації. Внутрішньомолекулярний розподіл складових ланок у співполімерах.

### **Полімеризація полієнових мономерів**

Полімеризація спряжених дієнів (1,3-дієнів). Полімеризація і циклополімеризація неспряжених дієнів.

### **Фактори, що впливають на радикальну полімеризацію**

Вплив температури і тиску на процес радикальної полімеризації:

Фактори, що визначають реакційну здатність мономерів для полімеризації. Ефект спряження подвійного зв'язку із замісником. Стеричний ефект замісників. Інші фактори.

### **Способи проведення радикальної полімеризації**

Полімеризація в масі, у розчині, у суспензії, в емульсії. Порівняльна характеристика суспензійної і емульсійної полімеризації. Особливості ініціювання, росту ланцюга при емульсійній полімеризації.

### **Тема 3. Іонна полімеризація олефінових сполук**

#### **Катіонна полімеризація**

Механізм катіонної полімеризації. Кінетика катіонної полімеризації. Стереοізомерія при катіонній полімеризації. Вплив температури й розчинника на процес.

#### **Аніонна полімеризація**

Основні типи каталізу і їх кінетичні особливості. Каталіз в умовах дисоціації каталізатора, кінетика. Каталіз металоорганічними сполуками; «жива» полімеризація. Каталіз лужними металами.

**Іонно-координаційна полімеризація на каталізаторах Циглера-Натта.**

### **Тема 4. Полімеризація неолефінових сполук**

#### **Полімеризація карбонільованих сполук**

Полімеризація формальдегіду за аніонним і катіонним механізмами.

#### **Полімеризація мономерів з потрійними зв'язками.**

#### **Полімеризація циклічних сполук**

Гідролітична полімеризація циклів. Катіонна полімеризація циклів: простих циклоетерів, лактамів, органосилоксанів. Аніонна полімеризація циклів: циклічних ефірів,  $\epsilon$ -капролактаму.

### **Тема 5. Поліконденсація**

#### **Загальні відомості і відмінні ознаки поліконденсації**

Мономери для процесів поліконденсації. Поняття про функціональність мономерів для поліконденсації.

#### **Механізми поліконденсаційних процесів**

Загальні відомості. Поліестерифікація. Поліпереестерифікація. Поліконденсація дикарбонових кислот і їх ангідридів з діамінами. Поліконденсація хлорангідридів дикарбонових кислот з гідроксилвмісними сполуками. Поліконденсація фенолу з формальдегідом: особливості процесів і продуктів при кислотному та основному каталізі. Механізм карбамід-формальдегідної поліконденсації.

**Основні закономірності реакцій поліконденсації на стадії росту макромолекул.** Залежність ступеня поліконденсації від глибини реакції; рівняння Карозерса. Термодинаміка поліконденсації. Константа рівноваги при поліконденсації. Кінетика поліконденсації.

#### **Співполіконденсація.**

Лінійна співполіконденсація. Тривимірною поліконденсація: середня функціональність реакційної суміші; коефіцієнт розгалуження; точка гелеутворення; критичний ступінь завершення реакції.

Побічні реакції й стадія припинення росту при поліконденсації. Способи проведення процесів поліконденсації.

## **Тема 6. Реакції полімерів**

### **Класифікація і особливості хімічних реакцій ВМС**

Конфігураційні, конформаційні і надмолекулярні ефекти, що впливають на реакції полімерів. Вплив молекулярної маси, концентрації, температури, зовнішнього середовища.

### **Полімераналогічні перетворення**

Основні способи і характерні приклади проведення полімераналогічних перетворень: уведення атомів і груп у малоактивні полімери (хлорування і сульфохлорування поліолефінів; одержання синтетичних іонітів; хімічна модифікація – функціоналізація каучуків); реакції за участю активних функціональних груп полімерів; внутрішньомолекулярні реакції.

### **Макромолекулярні реакції подовження ланцюга**

Одержання олігомерів для макромолекулярних реакцій: олігомери з кінцевими ОН-групами; епоксидні смоли; олігомери з кінцевими кратними зв'язками; реакційноздатні полімеризаційні олігомери – рідкі каучуки; теломеризаційні олігомери; олігомери з реакційними центрами в ланцюзі. Основні реакційноздатні олігомери і їх застосування.

Макромолекулярні реакції одержання блокспівполімерів: взаємодією кінцевих функціональних груп; обмінними реакціями. Найбільш доцільні способи одержання.

Макромолекулярні реакції одержання щеплених співполімерів: передачею ланцюга на полімер; полімеризацією на макромолекулі з пероксидними, каталітично активними або ненасиченими замісниками, полімеризацією гетероциклічних мономерів на макромолекулі з активними атомами водню; полімеризацією на макромолекулі зі штучно генерованими радикалами або іонами. Щеплена полімеризація на твердих поверхнях.

Макромолекулярні реакції одержання сітчастих структур. Утворення міжмолекулярних зв'язків при взаємодії функціональних груп ланцюгів: дегідратація; утворення інтерполімерних комплексів; «сушіння» алкідних смол. Взаємодія ди- і поліфункціональних сполук із функціональними групами в ланцюгах макромолекул. Вулканізація каучуків: «сірчана» вулканізація; вулканізація пероксидами, оксидами металів; «холодна» вулканізація дієнових каучуків системою *n*-хінондіоксим-окиснювач і хіноловими ефірами. Полімеризація мономерів і олігомерів з функціональністю, більшою за 2. Механізм тверднення фенолформальдегідних, епоксидних, карбамідоформальдегідних смол, макроізоціанатів; полімеризаційний механізм тверднення олігоестердіакрилатів, ненасичених поліефірів.

## **Тема 7. Реакції деструкції полімерних ланцюгів**

Особливості механізмів термічної деструкції і фактори, що на них впливають.

Умови й механізм окиснювальної деструкції. Особливості реакцій кисню з полімерами, що містять кратні зв'язки в ланцюзі. Окиснювальна деструкція гетероланцюгових полімерів. Особливості кінетики окиснювальної деструкції.

Фотодеструкція полімерів.

Радіаційна деструкція і реакції полімерів.

Механодеструкція й механохімічні реакції полімерів

Хімічна деструкція полімерів. Гідроліз природних полісахаридів. Гідроліз конденсаційних полімерів.

Стабілізація і стабілізатори полімерів.

## **Тема 8. Основи фізики і фізико-хімії полімерів**

### **Гнучкість ланцюгових макромолекул**

Гальмування вільного обертання в ланцюгах макромолекул і причини, що його викликають.

Показники гнучкості макромолекул. Середньоквадратична відстань між кінцями ланцюга. Поняття про сегмент Куна. Функція розподілу відстані між кінцями макромолекули. Параметри, що характеризують гнучкість макромолекул. Гнучкість макромолекул і властивості полімеру. Термодинамічна й кінетична гнучкість макромолекул. Особливості теплового руху макромолекул.

### **Полімери як фізичні тіла**

Агрегатні, фазові й фізичні (релаксаційні, деформаційні) стани полімерів та їх взаємозв'язок, відмінності від станів низькомолекулярних речовин. Методи визначення фізичних станів полімерів. Термомеханічна крива; особливості температурних переходів фізичних станів.

Первинні надмолекулярні структури в полімерах.

### **Високоеластичний стан полімерів**

Загальні характеристики високоеластичного стану полімерів. Термодинамічний аналіз високоеластичної деформації. Залежність напруження–деформація ( $\sigma$ - $\epsilon$ ) для високоеластичних полімерів. Релаксаційні процеси у високоеластичних полімерах: за постійної деформації; за постійного напруження (крива повзучості полімерів): за різних швидкостей деформації; за знакоперемінних навантажень: петля гістерезису; температурно-часова суперпозиція. Моделювання релаксації напруження (модель і рівняння Максвелла) і деформації (модель і рівняння Кельвіна і Фойхта); час релаксації і запізнювання; крива повзучості; об'єднана модель релаксації деформації. Відхилення високоеластичної деформації реальних полімерів від ідеалізованих. Спектр часів релаксації еластомерів. Релаксаційні явища при періодичних навантаженнях.

### **Склоподібний стан полімерів**

Загальна характеристика склоподібного стану. Теорії склування полімерів. Правила мольних (Журкова) і об'ємних частин. Крихкі й некрихкі склоподібні полімери. Залежності  $\sigma$ - $\epsilon$  при розтягу склоподібних полімерів: холодний плин полімеру, вимушена високоеластична деформація і границя вимушеної еластичності. Холодна витяжка і її практичне значення. Принцип

температурно-часової суперпозиції при змушеній еластичній деформації. Зв'язок часу релаксації з напругою деформації склоподібних полімерів; моделювання вимушеної високоеластичної деформації. Деформація крихких склоподібних полімерів: крихке руйнування і температура крихкості (визначення, залежність від молекулярної маси; практичне значення показника).

### **В'язкоплинний стан полімерів та елементи реології**

Загальні відмінності про в'язкоплинний стан полімерів. Елементи теорії реології: основний закон плинності рідин (рівняння закону Ньютона для ідеальних рідин); види плинності неньютонівських рідин; механізм плинності розплавів полімерів (рівняння Френкеля-Ейринга); повна крива плинності (найбільша, найменша неньютонівські й ефективна в'язкості; структурна ділянка кривої плинності); степеневий закон плинності, рівняння Оствальда-Де-Віля; логарифмічна адитивність в'язкості розплавів полімерів: узагальнена функція в'язкості. Вплив релаксаційних явищ на характер плинності полімерів: аналітичний вираз для розподілу швидкостей зсуву. Прояв ефекту нормальних напружень при плинності: ефект розбухання струменя; ефект Вайсенберга і його практичне використання.

### **Фазові стани і міцність полімерів**

Мезоморфний стан речовини; рідкі кристали полімерів. Механізм та особливості кристалізації гнучколанцюгових полімерів; регулювання кристалічної структури. Деформація кристалічних полімерів: характер кривої  $\sigma$ - $\epsilon$ ; рекристалізація; вплив різних факторів на механізм деформації.

Визначення й характеристики міцності. Теоретична й технічна міцність матеріалів: розбіжності; теорія Гриффітса. Механізми руйнування полімерів у різних фізичних станах. Кінетична теорія міцності: довговічність і залежність довговічності від температури – рівняння Журкова. Вплив різних факторів на міцність і довговічність полімерів.

### **Системи полімер-низькомолекулярна рідина**

Загальні відомості про розчині і процеси розчинення ВМС Термодинаміка розчинення: рушійна сила довольного розчинення; вільна енергія змішання й парціальна молярна вільна енергія; осмотичний тиск і визначення хімічного потенціалу. Якість розчинника: зведений осмотичний тиск, другий віріальний коефіцієнт і константа Хаггінса; поняття «поганий», «гарний» і «ідеальний» розчинники; параметр розчинності. Набрякання й розчинення полімерів: необмежене й обмежене набрякання;  $\theta$ -температура,  $\theta$ -розчинник,  $\theta$ -умови розчинення і їх визначення; верхня і нижня критичні температурні точки фазорозділення. Розведені розчини полімерів: загальна характеристика, в'язкість; визначення молекулярної маси методом віскозиметрії: характеристична в'язкість, рівняння Марка-Куна-Хувінка. Концентровані розчини полімерів: вплив різних факторів на в'язкість концентрованих розчинів полімерів.

Дисперсії (суспензії, емульсії) полімерів. Термінологія, класифікація, властивості. Практичне значення.

Драглі (гелі) полімерів: термінологія, класифікація, властивості.

Пластифікація полімерів: визначення; призначення; вплив на стан і властивості полімерів; механізми.

## **2.2. Теми за ОК «Процеси і апарати хімічних виробництв»**

### **Тема 1. Гідромеханічні процеси**

**Основні фізичні властивості рідин:** Поняття в'язкості. Тиск рідин.

**Основні поняття гідростатики:** Рівновага рідин, закон Паскаля.

**Основні поняття гідродинаміки:** Матеріальний баланс потоку (рівняння нерозривності потоку). Енергетичний баланс потоку (рівняння Бернуллі). Режими руху в'язкої рідини. Основні поняття теорії подоби.

**Лопатеві насоси:** Теорія й характеристики відцентрових насосів. Закони пропорційності. Характеристики відцентрових насосів і мережі. Пуск, зупинка, регулювання й обслуговування відцентрових насосів.

**Об'ємні насоси:** Типи поршневих насосів. Теорія й характеристики поршневих насосів. Пуск, зупинка, регулювання й обслуговування поршневих насосів.

**Неоднорідні системи і методи їх розділення:** Розділення суспензій і емульсій. Рушійна сила осадження (відстоювання), швидкість осадження (відстоювання), будова відстійників, розрахунок відстійників. Осадження в полі відцентрових сил, будова гідроциклонів.

**Фільтрування:** Теорія фільтрування. Рушійна сила фільтрування. Будова фільтрів різних типів. Рушійна сила фільтрування та опір фільтруванню.

**Центрифугування:** Класифікація центрифуг. Будова центрифуг періодичної та безперервної дії. Рух суспензії в центрифугі.

**Очищення газів:** Будова газоочисних апаратів різних типів. Циклони. Фільтри. Порівняння й вибір газоочисних апаратів.

**Механічне перемішування в рідкому середовищі:** витрата енергії, ефективність. Будова мішалок: лопатеві, пропелерні, турбінні, Спеціальні мішалки. Утворення суспензій та емульсій. Вибір типу мішалки.

### **Тема 2. Теплообмінні процеси**

**Рівняння теплового балансу:** Визначення теплового навантаження апарата при нагріванні й охолодженні без зміни агрегатного стану, при зміні агрегатного стану.

**Рівняння передачі тепла:** Основне рівняння теплопередачі, коефіцієнт теплопередачі. Рівняння тепловіддачі конвекцією – закон Ньютона, коефіцієнти тепловіддачі. Передача тепла теплопровідністю через стінку – закон Фур'є.

**Теплопередача при перемінних температурах:** Напрямок току теплоносіїв. Середній температурний напір.

**Променистий теплообмін:** Закони Стефана-Больцмана та Кирхгофа. Теплообмін випромінюванням між тілами. Випромінювання газів. Спільна передача тепла конвекцією й випромінюванням. Втрати тепла в навколишнє середовище.

**Основні типи теплообмінних апаратів:** рекуперативні (поверхневі), регенеративні, змішання.

**Поверхневі теплообмінники:** трубчасті; пластинчасті; спіральні; з поверхнею теплообміну, утвореною стінками апарата; з оребреними поверхнями теплообміну. Порівняння й вибір поверхневих теплообмінних апаратів. Експлуатація теплообмінних апаратів.

**Способи випарювання:** Конструкції випарних апаратів: з вільною циркуляцією, із природною циркуляцією, із примусовою циркуляцією, плівкові випарні апарати, плівково-роторні. Експлуатація випарних апаратів.

**Багатокорпусні випарні установки:** Принцип дії, основні схеми. Створення вакууму у випарних установках. Парові конденсатори.

### **Тема 3. Масообмінні процеси**

**Масообмін між фазами в системі «рідина – газ (пара)»:** Рушійна сила. Матеріальний баланс. Швидкість масопередачі. Рівняння масовіддачі. Зв'язок коефіцієнта масопередачі й коефіцієнтів масовіддачі.

**Основні принципи розрахунку масообмінних апаратів:** Аналітичний розрахунок висоти апарата. Число одиниць перенесення. Висота одиниці перенесення. Число ступіней зміни концентрації.

**Абсорбція:** Матеріальний та тепловий баланси. Принципові схеми абсорбції. Порівняння прямої та протитої схем.

**Будова абсорберів:** Поверхневі, плівкові, насадкові абсорбери. Барботажні абсорбери. Розпилювальні й розбризкувальні абсорбери.

**Адсорбція:** Рівновага між фазами. Основні типи промислових адсорбентів. Матеріальний баланс адсорбції. Тепловий ефект адсорбції. Кінетика адсорбції. Будова адсорберів. Рівняння Шилова – понятті про працюючий шар: час утворення, висота.

**Фазова рівновага систем ідеальних і неідеальних рідин:** Закони Коновалова й Вревського. Азеотропні суміші.

**Основні схеми перегонки:** Проста перегонка. Перегонка з водяною парою.

**Основні схеми ректифікації:** Ректифікація подвійних та багатокомпонентних сумішей. Будова ректифікаційних колон. Матеріальний і тепловий баланси процесу безперервної ректифікації бінарної суміші. Особливості розрахунку ректифікаційних колон.

**Сушка:** Зв'язок вологи з матеріалом. Властивості вологого газу (повітря).  $I$ - $x$ -діаграма вологого повітря. Статика сушки. Напрямок масообміну при сушці. Схеми сушки. Кінетика сушки. Матеріальний і тепловий баланси сушки.

**Будова сушарок:** Конвективні та контактні сушарки. Комбіновані сушарки. Порівняння й вибір сушарок. Розрахунок кількості сушильного агента.

### 3. СТРУКТУРА БІЛЕТУ

Кожний варіант атестаційного екзамену містить 50 тестових завдань, зміст яких стає відомим здобувачеві вищої освіти лише при отриманні варіанту іспиту. Всі питання подані у формі обрання однієї правильної відповіді з чотирьох запропонованих, проти якої здобувач вищої освіти має зробити відповідну позначку.

Оцінка за відповідь на кожне питання варіанту атестаційного екзамену може набувати одного з двох значень:

максимального значення	2 бали у разі правильної відповіді,
мінімального значення	0 балів у разі неправильної відповіді.

Розподіл питань у кожному варіанті за формою завдань

Форма завдання	Кількість одиниць у варіанті	Кількість балів за одне завдання	Максимальна кількість балів, яка може бути набрана за весь іспит
Питання на обрання вірної відповіді	50	2	$50 \times 2 = 100$

Структура білету за темами навчальних дисциплін

База містить дві дисципліни – «Хімія та фізика високомолекулярних сполук», «Процеси та апарати хімічних виробництв». В дисципліні «Хімія та фізика високомолекулярних сполук» 17 блоків завдань, з яких обирається одне завдання. В дисципліні «Процеси та апарати хімічних виробництв» 33 блоки завдань, з кожного обирається одне завдання. Всього одиниць у варіанті – 50.

### 4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	Критерії оцінювання
90-100	Відмінно/ Excellent	Відмінне виконання, надано 90 – 100 % правильних відповідей
82-89	Добре/ Good	Виконання вище середнього рівня, надано 82 – 89 % правильних відповідей
75-81		В цілому вірне виконання, надано 75 – 81 % правильних відповідей
64-74	Задовільно/ Satisfactory	Непогане виконання, надано 64 – 74 % правильних відповідей
60-63		Виконання задовольняє мінімальним критеріям, надано 60 – 63 % правильних відповідей
0-59	Незадовільно/ Fail	Виконання не задовольняє мінімальним критеріям, надано менше 60 % правильних відповідей

## 5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1. Хімія та фізика високомолекулярних сполук

1. Варлан К. Є. Хімія та фізика високомолекулярних сполук. Частина 1. Синтез полімерів : навч. посібник. Д.: Ліра, 2020. 104 с.
2. Варлан К. Є. Хімія та фізика високомолекулярних сполук. Частина 2. Хімічні реакції полімерів : навч. посібник. Д.: ДНУ-ХХТ, 2021. 65 с.
3. Варлан, К.Є. Хімія і фізика високомолекулярних сполук. Частина 3. Основи фізико-хімії полімерів : навч. посібник. Д.: ДНУ-ХХТ, 2022. 70 с.
4. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 161 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/44870>
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд.: Л. П. Марушко. Луцьк: П «Зоря-плюс» ВОО ВОІ СОІУ, 2021. 133 с. [https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21205/1/Chemistry\\_polymers.pdf](https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21205/1/Chemistry_polymers.pdf)
6. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2024. 348 с. <http://eprints.zu.edu.ua/39684/1/%d0%a0%d1%83%d0%ba%d0%be%d0%bf%d0%b8%d1%81%20%d0%9f%d0%be%d0%bb%d1%96%d0%bc%d0%b5%d1%80%d0%b8.pdf>
7. Хімія та фізико-хімія високомолекулярних сполук: навч. посіб. (частина 1) / Л.М. Солодка, Г.А. Побігай, А.Ф. Бурбан. К.: Національний університет «Києво-Могилянська академія», 2014. 123 с. <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/aeb7d97f-406f-4b85-a3f9-66c0d0986837/content>
8. Хімія високомолекулярних сполук в схемах: навч. посіб. / О.Н.Речицький, С.Ф. Решнова. Херсон: Вишемирський В.С., 2018. 462 с. [https://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/7701/%D0%9C%D0%90%D0%9A%D0%95%D0%A2\\_%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F\\_%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%92%D0%9B%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%AB%D0%99.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/7701/%D0%9C%D0%90%D0%9A%D0%95%D0%A2_%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F_%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%92%D0%9B%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%AB%D0%99.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
9. Авраменко В.Л., Підгорна Л.П., Черкашина Г.Н., Рассоха О.М. Лабораторний практикум з хімії і фізики ВМС. Навч.посібник. Харків: Друкарня «Стиль-Іздат», 2022. 150 с. <https://web.kpi.kharkov.ua/tpm/wp-content/uploads/sites/26/2024/02/Praktikum-himiya-i-fizika-vms.pdf>

### 2. Процеси і апарати хімічних виробництв

1. Онищук О.О., Кормош Ж.О. Процеси та апарати хімічних виробництв: курс лекцій / О.О. Онищук, Ж.О. Кормош. Луцьк: Вежа-Друк, 2020. 155 с. [https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/19549/3/pa\\_kl.pdf](https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/19549/3/pa_kl.pdf)
2. Спеціальні процеси та апарати хімічних виробництв уклад.: І.Л.Трофімов, В.М.Руденко, Ю.С. Босак. К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2021. 72 с.

3. Поджарський М.А. Теоретичні основи масообмінних процесів: Конспект лекцій / видання 2 виправлене і доповнене. 2022. 33 с. [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=1112](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1112).

4. Поджарський М.А. Теоретичні основи процесів перегонки й ректифікації: Конспект лекцій/ видання 2 виправлене і доповнене. 2022. 24 с. [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=1114](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1114).

5. Поджарський М.А. Теоретичні основи процесів сорбції: Конспект лекцій. 2022. 40 с. [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=1113](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1113).

6. Поджарський М.А. Борисенко С.А., Красько О.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із масообмінних процесів / видання 2 виправлене і доповнене. 2022. 48 с. [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=1593](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1593).

7. Поджарський М.А. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із розділу «Гідромеханічні процеси» / видання 2 виправлене і доповнене. 2022. 37 с. [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=1115](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1115).

8. Поджарський М.А. Методичні вказівки до лабораторних та практичних занять за темою «Теплообмінник "труба в трубі"». 2016. 18 с. [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=1594](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1594).

9. Процеси та апарати хімічних виробництв. Практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітні програми «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення», «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» та «Хімічні технології органічних речовин» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А. Р. Степанюк, О.А.Новохат. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 93 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51686>

10. Механічні та гідромеханічні процеси, апарати і машини хімічної технології. Практикум: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування/ І. О. Мікульонок; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 174 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41037>