

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Процеси та апарати хімічних виробництв»

за освітньою (освітньо-професійною) програмою

«Радіаційний та хімічний захист»

назва освітньої програми

підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

найменування освітнього ступеня

у галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

код та найменування галузі знань

за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

код та найменування спеціальності

Рекомендовано кафедрою СХХТ  
на 2021- 2022 навчальний рік.  
Протокол від «25» 08 2021 року  
№ 1

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни «Процеси та апарати хімічних виробництв »

## Загальна інформація про дисципліну

### Анотація дисципліни

Дисципліна «Процеси та апарати хімічних виробництв» є однією з основних загально інженерних дисциплін для підготовки бакалавра хімічної технології. У сучасному хімічному виробництві з усього різноманіття технологічних процесів можна виділити обмежену кількість основних процесів, які відбуваються в усіх хімічних виробництвах у різних сполученнях. Аналіз будь-якої технологічної схеми хімічного виробництва надає можливість переконатися в тому, що означені основні процеси завжди є складовими технологічного процесу.

Програма вивчення обов'язкової навчальної дисципліни «Процеси та апарати хімічних виробництв» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Радіаційний та хімічний захист» підготовки бакалавра зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни «Процеси та апарати хімічних виробництв» є вивчення закономірностей основних процесів, методів їх раціонального апаратурно-технологічного оформлення та інженерного розрахунку.

### Інформація про науково-педагогічного працівника

Загальна інформація	Скородумова Ольга Борисівна, професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил, доктор технічних наук, професор.
Контактна інформація	м. Харків, вул. Баварська, 7, кабінет № 202. Робочий номер телефону – 0505156953
E-mail	skorodumova.o.b@gmail.com
Наукові інтереси*	- золь-гель технологія одержання керамічних матеріалів системи $MgO-Al_2O_3-SiO_2-ZrO_2$ - розробка технологій неформованих вогнетривких бетонних сумішей - технологія вогнестійких еластичних покриттів по текстильних матеріалах на основі гібридних гелів $SiO_2$
Професійні здібності*	- професійні знання і значний досвід практичної роботи по виконанню господаровірних робіт - навички розшифрування технології та ідентифікації керамічних та вогнетривких сумішей та матеріалів;
Наукова діяльність за	Розробка технології вогнезахисних еластичних

освітнім компонентом	покривів по текстильним матеріалам на основі золів SiO <sub>2</sub>
----------------------	---

### Час та місце проведення занять з навчальної дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру щопонеділка з 15.00 до 16.00 в кабінеті № 202. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

**Мета** викладання навчальної дисципліни “Процеси та апарати хімічних виробництв”: підготовка фахівців, здатних розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, пов'язані з розробкою технологічних процесів зі сформованим систематизованим комплексом знань про основні процеси хімічних виробництв та навички їх використання в різних галузях промисловості.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Процеси та апарати хімічних виробництв» є забезпечити комплексну підготовку здобувачів шляхом засвоєння ними теоретичних знань, практичних вмінь та навичок обґрунтування вибору типу обладнання та розрахунку його основних характеристик для кожного технологічного процесу хімічних виробництв.

### 2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти	
	очна (денна)	заочна (дистанційна)
Статус дисципліни	обов'язкова	обов'язкова
Рік підготовки	3-4	3-4
Семестр	6,7	6,7
<b>Обсяг дисципліни:</b>		
- в кредитах ЄКТС	5	5
- кількість модулів	3	3
- загальна кількість годин	150	150
<b>Розподіл часу за навчальним планом:</b>		
- лекції (годин)	36	0

- практичні заняття (годин)	<b>28</b>	<b>0</b>
- семінарські заняття (годин)		
- лабораторні заняття (годин)	<b>10</b>	<b>0</b>
- курсовий проект (робота) (годин)	<b>10</b>	
- інші види занять (годин)		
- самостійна робота (годин)	<b>76</b>	<b>0</b>
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)		
- підсумковий контроль (диференційний залік, екзамен)	<b>2</b>	<b>0</b>

### 1. Передумови для вивчення дисципліни

Перед вивченням дисципліни «Процеси та апарати хімічних виробництв» здобувач вищої освіти повинен вивчити дисципліну «Загальна хімічна технологія».

### 4. Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Радіаційний та хімічний захист», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання :

<b>Програмні результати навчання</b>	<b>ПР</b>
Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі.	ПР02.
Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.	ПР03.
Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосування в хімічній інженерії.	ПР06.
Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв	ПР07.
<b>Дисциплінарні результати навчання</b>	<b>аббревіатура</b>
Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, пов'язані з розробкою технологічних процесів зі сформованим систематизованим комплексом знань про основні	

процеси хімічних виробництв та навички їх використання в різних галузях промисловості.	
- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:	
<b>Програмні компетентності (загальні та професійні)</b>	<b>К</b>
Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	K02.
Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.-	K03
Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.	K09.
Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії	K12.
Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв	K13.
<b>Очікувані компетентності з дисципліни</b>	<i>аббревіатура</i>
знати теорію основних процесів хімічних виробництв та рушійних сил, під дією яких вони протікають; методи розрахунку апаратів та машин; схеми та принцип дії різних промислових апаратів хімічної промисловості, закономірності переходу від лабораторних процесів до виробничих.	

## 5. Програма навчальної дисципліни

### Модуль №1. ПРИКЛАДНА ГІДРАВЛИКА

#### **Тема 1.1. Гідравлічні процеси. Гідростатика**

Класифікація процесів хімічних виробництв. Класифікація та вимоги до обладнання хімічних виробництв.

Рідини як робочі тіла гідравлічних систем. Основні поняття, фізичні властивості рідин. Визначення параметрів стану рідини.

Закон Паскаля. Визначення тиску на дно та стінки судин. Зв'язок одиниць вимірювання фізичних величин у різних системах одиниць. Властивості нен'ютоновських рідин.

Основне рівняння гідростатики та його практичне застосування. Епюри гідростатичного тиску. Сполучені посудини, принцип дії гідравлічного пресу.

#### **Тема 1.2. Гідродинаміка**

Режими руху в'язких рідин. Диференційні рівняння Ейлера для потоку ідеальної рідини.

Основне рівняння гідродинаміки (рівняння Бернуллі). Рівняння Бернуллі для потоку ідеальної та реальної рідини. Поняття еквівалентного

діаметру. Практичне використання рівняння Бернуллі в приладах для вимірювання швидкості та витрати рідини.

Гідравлічний опір у трубопроводах. Гідравлічний удар. Течія в'язкопластичних хімічних продуктів по трубопроводах.

Витікання рідини з отворів та насадків при постійному рівні рідини. .  
Основи теорії подібності. Теорема подібності. Гідродинамічна подібність, критерії подібності.

### **Тема 1.3. Класифікація, області використання та основні характеристики гідравлічних машин**

Класифікація насосів. Поршневі, роторні, плунжерні, пластинчасті, шестеренні, відцентрові та вакуумні насоси. Характеристика насосів: напір, продуктивність, потужність, висота всмоктування. Вибір насосів. Конструкції основних типів насосів, принцип їх дії. Порівняння та область застосування насосів різних типів.

Класифікація компресорних машин. Термодинамічні основи процесу стиску газів: процеси стиску газів, робота стиску та споживана потужність. Ізотермічне, адіабатичне, політропне стиснення. Поршневі компресори: типи компресорів, одноступеневий стиск, продуктивність, коефіцієнт подачі, границя одноступеневого стиску. Багатоступеневий стиск. Конструкції основних типів компресорних машин, їх принцип дії. Спеціальні гідравлічні машини хімічних виробництв.

## **Модуль №2. ГІДРОМЕХАНІЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ**

### **Тема 2.1. Перемішування хімічних продуктів**

Перемішування рідких та сипучих сумішей. Змішувачі рідких, сипучих та пластичних продуктів. Гомогенізація. Продуктивність змішувачів. Вибір конструкції змішувача для конкретного хімічного процесу.

### **Тема 2.2 Процеси розділення хімічних продуктів**

Ознаки, що використовуються для розділення сумішей.

Осадження у полі тяжіння. Седиментація. Конструкції, основні характеристики та області використання відстійників.

Розділення суспензій під дією відцентрових сил. Конструкції, технічні характеристики та принцип дії центрифуг. Типи відстійних та фільтруючих центрифуг.

Фільтрація рідких систем. Основне кінетичне рівняння фільтрації.

Очищення газів. Газоходи, пилоосаджувальні камери, рукавні фільтри, сепаратори, циклони.

Фільтрація під впливом відцентрових сил. Мембранна технологія.

### **Тема 2.3. Механічні процеси**

Методи подрібнення, ступінь подрібнення. Машини крупного, середнього, дрібного та колоїдного подрібнення. Конструкції, принцип дії та продуктивність дробарок (щоккових, конусних, валкових) та млинів.

Подрібнення у повітряному потоці. Дія потоку повітря на матеріал, що подрібнюється. Подрібнення у струминному та роторному млині.

Обробка матеріалу тиском. Основні методи та машини для обробки тиском. Процеси, що відбуваються в шнекових формоутворюючих пресах.

### **Тема 2.4 Основи механіки мелкодисперсних хімічних продуктів. Сепарування**

Внутрішнє тертя в сипучому середовищі. Утворення зводів над випускним отвором. Транспортування сипучих продуктів. Розділення сипучих сумішей. Вібраційне, пневматичне, магнітне сепарування. Грохоти та вібраційні сита. Практичне використання теорії подрібнення та розділення. Інтегральна та диференціальна криві розподілу часток порошку за розмірами та її практичне використання.

## **Модуль №3. Теплові процеси**

### **Тема 3.1. Основи теплопередачі**

Основне рівняння теплопередачі. Види теплообміну. Теплопровідність, конвекція, випромінювання.

Теплопровідність: закон Фур'є, диференціальне рівняння теплопровідності. Теплопровідність плоскої стінки. Теплопровідність циліндричної стінки. Розрахунок процесів теплопровідності крізь одно- та багатошарову плоску стінку. Процес теплопровідності циліндричної стінки.

Конвекційний теплообмін. Закон Н'ютона-Ріхмана. Диференціальне рівняння конвекційного теплообміну. Теплова подібність, критерії подібності. Визначення коефіцієнту тепловіддачі з використанням критеріальних рівнянь. Визначення коефіцієнту тепловіддачі при конденсації та кипінні.

Теплопередача крізь плоску та циліндричну стінку при постійних та перемінних температурах теплоносіїв, рушійна сила. Визначення рушійної сили процесу теплопередачі. Визначення необхідної поверхні теплообміну теплообмінного апарату.

Основні закони променистого теплообміну. Теплообмін випромінюванням між плоско-паралельними поверхнями. Теплообмін випромінюванням між тілами обмежених розмірів. Визначення середньої рушійної сили процесу теплопередачі.

### **Тема 3.2. Нагрівання, охолодження, конденсація**

Нагрівання водяною парою, топковими газами, проміжними теплоносіями, електричним струмом.

Конструкції основних типів теплообмінних апаратів, їх порівняльна характеристика. Розрахунки теплообмінників. Визначення нестационарного температурного поля приблизними методами.

Прямий та зворотній цикл Карно. Помірне охолодження. Визначення питомої холодопродуктивності. Схема холодильних машин. Основне та допоміжне холодильне устаткування.

### **Тема 3.3. Випарювання**

Фізичні основи випарювання. Методи випарювання. Конструкція випарних апаратів та їх класифікація. Однокорпусні та багатокорпусні випарні установки. Схема розрахунку випарних апаратів. Області застосування та вибір випарних апаратів.

Конденсація. Тепловий баланс барометричного конденсатору. Класифікація конденсаторів. Конденсація в поверхневих та контактних конденсаторах.

## **Модуль №4. Масообмінні процеси**

### **Тема 4.1. Основи масопередачі**

Класифікація та загальна характеристика масообмінних процесів. Основне рівняння масопередачі. Визначення напрямку процесу масопередачі. Швидкість масопередачі. Закони дифузії: перший, другий закони Фіка. Механізм масопередачі.

Масообмінні апарати з плівковою течією та барботажем. Основні закономірності руху двохфазного середовища. Конвекційний масообмін. Моделі процесів масопереносу. Рівняння масовіддачі Щукарьова. Подібність масообмінних процесів. Критерії подібності.

### **Тема 4.2. Сорбційні процеси**

Абсорбція та десорбція. Матеріальний баланс. Розрахунок витрати абсорбенту. Тепловий баланс. Кінетика процесу. Рівновага в процесі абсорбції. Класифікація, принцип роботи та принципові схеми абсорберів. Адсорбція, принцип роботи та типові схеми адсорберів. Іонообмінна адсорбція.

### **Тема 4.3. Перегонка**

Методи перегонки. Схеми й конструкції тарілкових перегінних колон. Молекулярна дистиляція. Рівновага системи рідина-пара. Проста перегонка. Матеріальний баланс фракційної перегонки. Перегонка з дефлегмацією. Принцип ректифікації бінарних систем. Схеми безперервно діючої та періодичної ректифікаційної установок. Матеріальний баланс безперервно діючої ректифікаційної установки. Флегмове число. Побудова робочих ліній на у-х діаграмі. Тепловий баланс. Конструкції ректифікаційних колон.

### **Тема 4.4. Сушіння хімічних продуктів**

Фізичні основи сушіння. Рівновага при сушінні. Визначення параметрів вологого повітря за допомогою діаграми Рамзіна. Матеріальний і тепловий баланс конвекційної сушарки. Розрахунок питомих витрат повітря та тепла на сушіння. Нормальний варіант сушіння. Розрахунок витрат повітря та тепла для теоретичної сушарки. Розрахунок реального процесу сушіння. Варіанти процесу сушіння. Кінетика сушіння. Класифікація основних типів сушарок. Розрахунок поверхні калорифера. Розрахунок видатку повітря у сушарці з рециркуляцією повітря. Конструкції основних типів сушарок.

### **Тема 4.5. Екстракція**



Загальні відомості. Екстракція в системі рідина - рідина. Екстракція в системі рідина - тверде тіло.

**Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:**

Назви модулів і тем	Очна (денна) форма					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	модульний контроль	
<b>6- й семестр</b>						
<b>Модуль №1. ПРИКЛАДНА ГІДРАВЛИКА</b>						
<i>Тема 1.1.</i> Гідравлічні процеси. Гідростатика	12	4	2	-	6	-
<i>Тема 1.2.</i> Гідродинаміка	18	2	4	<b>6</b>	6	-
<i>Тема 1.3.</i> Класифікація, області використання та основні характеристики гідравлічних машин	16	4	4	-	6	2
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>46</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>2</b>
<b>Модуль 2 ГІДРОМЕХАНІЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ</b>						
<i>Тема 2.1.</i> Перемішування хімічних продуктів	10	2	2	-	6	-
<i>Тема 2.2</i> Процеси розділення хімічних продуктів	12	4	2	-	6	-
<i>Тема 2.3.</i> Механічні процеси	10	2	2	-	6	-
<i>Тема 2.4</i> Основи механіки мілко дисперсних хімічних продуктів. Сепарування	12	2	2	-	6	2
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>44</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>2</b>
<b>Разом за семестр</b>	<b>90</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	<b>4</b>
<b>7- й семестр</b>						
<b>Модуль 3. ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ</b>						
<i>Тема 3.1.</i> Основи теплопередачі	6	2	2	-	2	-
<i>Тема 3.2.</i> Нагрівання, охолодження, конденсація	8	2	2	-	4	-
<i>Тема 3.3.</i>	10	2	2	-	4	<b>2</b>

Випаровування						
<b>Разом за модулем 3</b>	<b>24</b>	6	6	-	10	<b>2</b>
<b>Модуль №4. МАСООБМІННІ ПРОЦЕСИ</b>						
<i>Тема 4.1. Основи масо передачі</i>	8	2	2	-	4	-
<i>Тема 4.2. Сорбційні процеси</i>	8	4	2	-	4	-
<i>Тема 4.4. Сушіння хімічних продуктів</i>	6	2	-	4	4	-
<i>Тема 4.5. Екстракція</i>	6	2	-	-	4	2
<b>Разом за модулем 4</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>2</b>
<b>Разом за семестр</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>4</b>
<b>Разом</b>	<b>150</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>68</b>	<b>8</b>

### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Тема 1.1.</b> Розв'язання задач по темі «Гідростатика»	2
2	<b>Тема 1.2</b> Гідродинаміка. Розв'язання задач	4
3	<b>Тема 1.3.</b> Розрахунок насосів та компресорів	4
4	<b>Тема 2.1.</b> Розрахунки продуктивності змішувачів	2
5	<b>Тема 2.2.</b> Розрахунки продуктивності центрифуг	2
6	<b>Тема 2.3.</b> Розрахунки ступеню подрібнення та продуктивності дробарок та млинів.	2
7	<b>Тема 2.4.</b> Побудова інтегральних та диференційних кривих розподілу частинок порошку за розмірами	2
8	<b>Тема 3.1.</b> Основи теплопередачі. Розв'язання задач	2
9	<b>Тема 3.2.</b> Нагрівання, охолодження, конденсація. Розв'язання задач	2
10	<b>Тема 3.3.</b> Випарювання. Розрахунки ефективності випарних установок	2
11	<b>Тема 4.1.</b> Основи масопередачі. Розв'язання задач	2
12	<b>Тема 4.2.</b> Сорбційні процеси. Розв'язання задач	2
	Разом	28

### Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження п'єзометричного тиску та режиму руху рідини в трубопроводі	6
2	Дослідження кінетики сушки	4
	Всього	10

## Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

### Засоби оцінювання

Вивчення дисципліни «Процеси та апарати хімічних виробництв» передбачає проведення лекційних, практичних та лабораторних занять, а також самостійну роботу слухачів. Практичні та лабораторні заняття проводяться у спеціально обладнаній лабораторії.

Критерії оцінювання успішності навчання, форми та засоби діагностики засвоєння змістових модулів, у тому числі з використанням засобів тестового контролю.

Поточний контроль засвоєння вивченого матеріалу здійснюється на кожному практичному занятті шляхом проведення усного і письмового опитування, а також на кожному лабораторному занятті методом захисту лабораторної роботи. Він призначений для перевірки якості засвоєння навчального матеріалу, стимулювання навчальної роботи здобувачів вищої освіти та вдосконалення методики проведення занять. Після закінчення основних розділів проводяться письмові опитування.

**Підсумковий контроль** проводиться з метою перевірки рівня та якості підготовки здобувачів вищої освіти, їх відповідності до компетентостей, визначених в освітній програмі. Здійснюється у формі екзамену методом роздільної перевірки рівня теоретичних знань, а також якості практичної підготовки. Оцінювання знань здобувачів вищої освіти здійснюється за національною шкалою, за шкалою ЄКТС та бальною шкалою вищого навчального закладу.

**Таблиця відповідності результатів оцінювання знань з навчальної дисципліни за різними шкалами**

За 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України	За рейтинговою шкалою (ЄКТС)	За 4-бальною шкалою
<b>90–100</b>	<b>A</b>	<b>відмінно</b>
<b>80–89</b>	<b>B</b>	<b>добре</b>
<b>65–79</b>	<b>C</b>	
<b>55–64</b>	<b>D</b>	<b>задовільно</b>
<b>50–54</b>	<b>E</b>	
<b>35–49</b>	<b>FX</b>	<b>незадовільно</b>
<b>0–34</b>	<b>F</b>	

### Критерії оцінювання

#### Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі фронтального та індивідуального опитування, проведення термінологічних диктантів, виконання письмових завдань, контрольної роботи.

Підсумковий контроль проводиться у формі диференційованого заліку та екзамену.

**Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни**

Види навчальних занять		Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
<b>I. Поточний контроль</b>				
Модуль 1	лекції	5	1	5
	лабораторні заняття	1	6	6
	практичні заняття	5	6	30
	модульний контроль	1	15	15
Разом за модуль 1				<b>56</b>
Модуль 2	лекції	5	1	6
	лабораторні заняття	-	6	-
	практичні заняття	4	6	24
	модульний контроль	1	14	14
Разом за модуль 2				<b>44</b>
Разом за семестр				<b>100</b>
Модуль 3	лекції	3	1	3
	лабораторні заняття	-	5	-
	практичні заняття	3	6	18
	модульний контроль	1	15	15
Разом за модуль 3				<b>36</b>
Модуль 4	лекції	5	1	5
	лабораторні заняття	1	6	6
	практичні заняття	2	6	12
	модульний контроль	1	15	15
Разом за модуль 4				<b>38</b>
Разом за поточний контроль				<b>74</b>
<b>II. Індивідуальні завдання (участь в олімпіаді)</b>				<b>6</b>
<b>III. Підсумковий контроль (екзамен)</b>				<b>20</b>
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				<b>100</b>

### **Поточний контроль.**

*Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 6 балів):*

6 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

5 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, але допустив деякі помилки;

4 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом але невдало висловлює свої думки, допустив деякі помилки;

3 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки;

2 бали – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки;

1 бал – здобувач поверхнево відповів лише на одне питання та при цьому допустив суттєві помилки;

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

*Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на лабораторному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 6 балів):*

6 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

5 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, але допустив деякі помилки;

4 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом але невдало висловлює свої думки, допустив деякі помилки;

3 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки;

2 бали – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки;

1 бал – здобувач поверхнево відповів лише на одне питання та при цьому допустив суттєві помилки;

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Викладачем оцінюється повнота розкриття питання, цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки, акуратність оформлення письмової роботи, самостійність виконання.

*Письмове контрольне опитування є складовою поточного контролю і здійснюється через проведення аудиторної письмової роботи під час проведення останнього практичного заняття в межах окремого залікового модуля. Кожен варіант контрольної роботи складається з трьох практичних завдань-задач.*

### **Модульний контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання контрольних робіт :

*Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні контрольних робіт (оцінюється в діапазоні від 0 до 14 балів):*

*14балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;*

*13балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, але допустив деяку незначну помилку;*

*12 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, але допустив декілька незначних помилок;*

*11 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом але невдало висловлює свої думки, допустив деякі помилки;*

*9-10 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки;*

*8 бали – здобувач поверхнево відповів лише на половину питань;*

*6-7 бали – здобувач поверхнево відповів лише на половину питань та при цьому допустив суттєві помилки;*

*5 – здобувач поверхнево відповів лише на два питання;*

*3-4 – здобувач поверхнево відповів лише на два питання та при цьому допустив суттєві помилки;*

*1-2 – здобувач поверхнево відповів лише на одне питання та при цьому допустив суттєві помилки;*

*0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання*

*Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні контрольних робіт (оцінюється в діапазоні від 0 до 15 балів):*

*15 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;*

*14 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, але допустив деяку незначну помилку;*

*13 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, але допустив декілька незначних помилок;*

*11-12 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом але невдало висловлює свої думки, допустив деякі помилки;*

*9-10 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки;*

*8 бали – здобувач поверхнево відповів лише на половину питань;*

*6-7 бали – здобувач поверхнево відповів лише на половину питань та*

при цьому допустив суттєві помилки;

5 – здобувач поверхнево відповів лише на два питання;

3-4 – здобувач поверхнево відповів лише на два питання та при цьому допустив суттєві помилки;

1-2 – здобувач поверхнево відповів лише на одне питання та при цьому допустив суттєві помилки;

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

### **Підсумковий контроль.**

*Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені (оцінюється в діапазоні від 0 до 20 балів):*

20 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

18-19 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, але допустив деяку незначну помилку;

15-17 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, але допустив декілька незначних помилок;

12-14 – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом але невдало висловлює свої думки, допустив деякі помилки;

10-11 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки;

9 бали – здобувач поверхнево відповів лише наполовину питань;

7-8 бали – здобувач поверхнево відповів лише на половину питань та при цьому допустив суттєві помилки;

5-6 – здобувач поверхнево відповів лише на два питання;

3-4 – здобувач поверхнево відповів лише на два питання та при цьому допустив суттєві помилки;

1-2 – здобувач поверхнево відповів лише на одне питання та при цьому допустив суттєві помилки;

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

### **Перелік теоретичних питань для підготовки до диференційованого заліку:**

#### **Модуль 1**

1. Пояснити сутність поняття «тепловий баланс» та «матеріальний баланс». Навести рівняння.
2. Навести та пояснити основне рівняння гідростатики.
3. Сформулювати закон Паскаля.
4. Назвати прилади, які використовують для визначення атмосферного, барометричного, манометричного та надлишкового тиску.

5. Сформулювати принцип Ле Шательє.
6. Пояснити сутність поняття «крапельні рідини». Навести приклади.
7. Надати класифікацію крапельних рідин.
8. Пояснити особливості ідеальної рідини. Навести приклади.
9. Пояснити особливості ньютонівської рідини та навести приклади.
10. Навести порівняльну характеристику ньютонівської та неньютонівської рідин.
11. Пояснити принцип дії гідравлічного пресу.
12. Охарактеризувати режими руху рідини. Пояснити сутність поняття «критерій Рейнольдса». Навести формулу. Доказати розмірність критерію.
13. Навести диференціальні рівняння руху ідеальної рідини Ейлера.
14. Навести рівняння Бернуллі для ідеальної рідини та пояснити його сутність.
15. Навести рівняння Бернуллі для реальної рідини та пояснити його сутність.
16. Навести принцип дії поршневого насосу простої дії.
17. Навести принцип дії поршневого насосу подвійної дії.
18. Навести принцип дії діафрагмового насосу.
19. Навести принцип дії відцентрового насосу.
20. Навести принцип дії диференційного насосу.
21. Навести принцип дії компресору подвійної дії
22. Навести принцип дії двоступеневого компресору.
23. Навести принцип дії сифонів та монтежу.
24. Навести принцип схеми установки вакуум-насосу.

## **Модуль 2.**

1. Класифікація змішувачів. Області використання.
2. Навести принцип дії лопаткового змішувача.
3. Навести принцип дії планетарного змішувача.
4. Навести принцип дії дискового змішувача.
5. Навести принцип дії повітряного барботеру.
6. Навести принцип дії z- подібного змішувача.
7. Процеси розділення хімічних продуктів.
8. Процеси розділення суспензій. Класифікація основних апаратів розділення суспензій.
9. Відстійні центрифуги. Принцип дії та особливості конструкції.
10. Фільтруючі центрифуги, Принцип дії та особливості конструкції.
11. Навести принцип дії тарілкового сепаратора.
12. Фільтрація.
13. Навести принцип дії пилоосаджувальної камери.
14. Навести принцип відстійного газоходу.
15. Навести принцип дії пінних апаратів.
16. Навести принцип дії рукавних фільтрів.



17. Назвати апарати грубого, середнього та тонкого подрібнення. Навести принцип роботи дробарок.
18. Навести принцип дії молоткової дробарки.
19. Навести принцип дії кульового млину.
20. Навести принцип дії валкової дробарки.
21. Навести принцип дії шокової дробарки.
22. Навести принцип дії конусної дробарки.
23. Навести принцип дії дезінтегратору.
24. Основи механіки мелкодисперсних хімічних продуктів.
25. Сепарування. Ситовий аналіз.
26. Навести принцип дії магнітного сепаратору.
27. Навести принцип дії циклону.
28. Навести принцип дії грохоту.
29. Навести принцип дії барабанного сепаратору.

### **Перелік теоретичних питань для підготовки до екзамену:**

#### **Модуль 3**

1. Охарактеризувати основні види передачі тепла.
2. Основне рівняння теплопередачі.
3. Навести формулу коефіцієнту теплопередачі та пояснити сутність поняття.
4. Теплопередача через плоску стінку.
5. Теплопередача через циліндричну стінку.
6. Конвекція. Закон Ньютона.
7. Теплове випромінювання. Променистий теплообмін між двома тілами.
8. Класифікація теплообмінних апаратів.
9. Пояснити сутність понять «глуха пара» та «гостра пара» та навести приклади їх використання у теплообмінниках.
10. Навести принцип дії парового барботеру.
11. Навести принцип дії теплообміннику «труба в трубі».
12. Навести принцип дії кожухотрубного теплообміннику.
13. Навести принцип дії багатходових кожухотрубних теплообмінників.
14. Навести принцип дії зрошуючого теплообміннику.
15. Основні принципи процесу випарювання.
16. Навести принцип дії випарного апарату.
17. Навести принцип дії однокорпусної випарної установки.
18. Навести принцип дії багатокорпусної випарної установки.
19. Пояснити цикл Карно.
20. Призначення та принцип дії барометричного конденсатору.
21. Навести схему компресійної холодильної установки та пояснити принцип її дії.

#### **Модуль 4**

1. Навести рівняння масопередачі.
2. Класифікація масообмінних процесів.

3. Навести перший закон Фіка та пояснити його.
4. Навести закон Шукарьова та пояснити його.
5. Класифікація сорбційних процесів. Пояснити сутність поняття «абсорбція» та «адсорбція». Апарати для проведення процесів абсорбції та адсорбції.
6. Навести принцип дії пластинчастого графітового абсорбера.
7. Навести принцип дії плівкового абсорбера з водяним охолодженням.
8. Навести принцип дії барботажного абсорберу.
9. Навести принцип дії механічного абсорберу.
10. Навести схему установки для адсорбції та пояснити принцип дії.
11. Основні принципи сушки порошкових матеріалів.
12. Навести принцип дії тунельного сушила.
13. Навести принцип дії камерного сушила.

### **Рекомендована література:**

#### **Базова**

1. Освітньо-професійна програма вищої освіти «Радіаційний та хімічний захист» 16 «Хімічна та біоінженерія» спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія» (Розглянуто та затверджено вченою радою Національного університету цивільного захисту України протокол №10 від 17 червня 2021 р.).

2. Дейнека В.В. Процеси та апарати хімічних виробництв : Методичні вказівки до виконання курсового проекту "Розрахунок барабанної сушильної установки безперервної дії" . — Х. : НУЦЗУ, 2013 . — 32 с.

3. Процеси та апарати хімічної технології : У 2-х ч. : Підручник / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, А.П. ГОТЛІНСЬКА, В.О. ЛЕЩЕНКО та ін. ; За заг. ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО, Пер.з рос. Л.А. КОПІЄВСЬКОЇ . — Х. : НТУ "ХПІ", 2007.

4. Лабораторный практикум по курсу "Основные процессы и аппараты химической технологии" : Учеб. пособ. / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, В.А. ЛЕЩЕНКО, А.П. ГОТЛИНСКАЯ та ін., Под ред.. Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО . — Х. : НПУ "ХПИ", 2008 . — 420с

5. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М:Химия,1973.- 560с.

6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.-Л:Химия.-1987.- 576с.

7. Антипов С.Т. , Кретов И.Т., Остриков А.Н. Машины и аппараты пищевых производств.- М:Высшая школа.- 2001.- 703с.

#### **Допоміжна**

1.Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств, М:Колос, 2007.- 760с.

2.Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевых

производств.-М:Колос, 2000.- 551с.

3.Приклади та задачі за курсом "Процеси та апарати хімічної технології" : навч. посіб. / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, В.О. ЛЕЩЕНКО, А.П. ГОТЛІНСЬКА та ін. ; за заг. ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО . — Х. : НТУ "ХПІ", 2010 . — 480 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. Методичне забезпечення дисципліни на електронних носіях.

Розробник:

професор кафедри спеціальної  
хімії та хімічної технології,  
доктор технічних наук,  
професор



Ольга СКОРОДУМОВА