



## ЗАГАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

### Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

#### Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Освітньо-професійна програма Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Денна (очна), заочна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на 1 тиждень (1 пара), практичні заняття 2 години на 1 тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Концевой Сергій Андрійович <a href="mailto:serkon157@ukr.net">serkon157@ukr.net</a></i> Практичні роботи: <i>ст.викл. Обушенко Тетяна Іванівна</i>

#### Програма освітньої компоненти

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

Освітня компонента “Загальна хімічна технологія” займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з хімічної технології. В цій компоненті розглядаються теоретичні основи, методи аналізу та розрахунків технологій неорганічних та органічних промислових продуктів. При цьому аналізуються як загальні характеристики виробництв, так і особливості окремих технологій в частині хімічної і функціональної схеми, фізико-хімічних характеристик, екологічних та енергетичних аспектів технологічних процесів.

**Предмет компоненти:** *Методи аналізу хіміко-технологічних схем та розрахунок основних параметрів цих схем та хімічних реакторів.*

**Метою компоненти є формування у студентів здатностей:**

#### Загальні компетентності

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

### **Фахові компетентності**

K09. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач в хімічній технології та водоочищенні.

K14. Здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем в галузі хімічної інженерії.

K16. Здатність оформлювати технічну документацію, згідно з чинними вимогами.

K17. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів виробництва неорганічних речовин та водоочищення.

### **Програмні результати навчання**

ПР03. Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.

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.

ПР15. Знання сучасних тенденцій прогресу в технологіях неорганічних речовин для хімічної галузі та біоінженерії.

*Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:*

#### **знання:**

- основних питань хімічного виробництва як технологічної системи і ієрархічної організації процесу;
- основних критеріїв оцінки хімічних технологій; класифікація хіміко-технологічних процесів (ХТП);
- загальних термодинамічних і кінетичних закономірностей хіміко-технологічних процесів різного типу;
- методів вибору технологічних реакторів з використанням ідеальних моделей та їх промислових метаморфоз.

#### **уміння:**

- розраховувати основні показники (ступінь перетворення сировини, вихід продукту, інтенсивність, селективність, витратні коефіцієнти) хіміко-технологічних процесів та обладнання різних типів (класифікацій);
- розрахувати матеріальні і енергетичні потоки (баланси) хімічних виробництв, витратні коефіцієнти з сировини, матеріалів, енергії, габаритні, конструкційні та експлуатаційні параметри основних та допоміжних апаратів хімічної технології;
- проводити вибір напрямку зміни технологічних параметрів (концентрації, тиску, каталізатору) на основні показників кінетики та каталізу.

#### **досвід:**

- збору технічної інформації і виконання технологічних розрахунків та креслень за темою розрахункової роботи;
- захисту власної розробки і обґрунтування запропонованих рішень;

– вирішення технологічних та екологічних завдань з грамотної експлуатації хімічного обладнання, основ керування технологічними процесами, підтримки та зміни технологічних режимів хіміко-технологічних схем (ХТС).

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

Навчальний матеріал цієї освітньої компоненти базується на знаннях компоненти «Загальна та неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Комп'ютерні технології в інженерній хімії».

*Компоненти, які базуються на результатах навчання: профільючі дисципліни (спеціалізовані технологічні дисципліни) та виконання бакалаврського диплому.*

### **Зміст освітньої компоненти**

Тема 1 Основні характеристики хімічних та нехімічних процесів у хімічній технології.

Тема 2 Концентрації речовин та розрахунки на їх основі.

Тема 3 Розрахунок параметрів ХТС на основі матеріальних балансів стадій процесу.

Тема 4 Теплові баланси та розрахунки на їх основі.

Тема 5 Термодинамічний аналіз і відповідні розрахунки.

Тема 6 Області перебігу хімічного процесу та каталізатори. Розрахунки на основі кінетичних рівнянь.

Тема 7 Моделювання хімічних реакторів.

Тема 8 Основи розрахунків промислових реакторів.

Тема 9 Моделі ХТС. Аналіз та синтез ХТС.

## **3 Навчальні матеріали та ресурси**

*Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (електронні версії). Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.*

### **Базова:**

1. Jess A. *Chemical Technology: From Principles to Products, 2nd Edition* / A. Jess, P. Wasserscheid. – Wiley, 2020. – 912 p.

2. Kosheleva M. *General chemical technology in examples, laboratory works, tasks and tests* / M. Kosheleva. - INFRA-M Academic Publishing LLC, 2019. – 210 p.

### **Додаткова**

1. Vakhrushev A. *Chemical Technology and Informatics in Chemistry with Applications* / A. Vakhrushev, O.V. Mukbaniani, H. Susanto. - Apple Academic Press, 2021. – 394 p.

2. Comyns A.E. *Encyclopedic Dictionary of Named Processes in Chemical Technology* / A.E. Comyns. – CRC Press, 2019. – 416 p.

### **Інформаційні ресурси:**

*Електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського.*

1. Концевой С.А. *Дистанційний курс з загальної хімічної технології*. Платформа Sikorsky-distance, 2020. URL: <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=69> .

## Навчальний контент

### 4 Методика опанування освітньої компоненти

#### Лекційні заняття

Вичитування лекцій проводиться паралельно з виконанням студентами робіт практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій у дистанційному режимі застосовуються засоби для відеоконференцій (Zoom) та запис відео лекцій на youtube. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення.

№	Дата	Опис заняття
1	1 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 1 Основні характеристики хімічних та нехімічних процесів у хімічній технології.</i> РНП та РСО. Зміст самостійної роботи. Загальний огляд курсу. Технологічні критерії ефективності ХТП: ступінь перетворення, вихід цільового продукту, селективність, потужність, інтенсивність. Ступінь ефективності нехімічних стадій хімічного виробництва.  Зміст курсової та розрахункової робіт.
2,3	2,3 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 2 Концентрації речовин та розрахунки на їх основі.</i> Виконання розрахунків на основі концентрації речовин у промислових умовах та у хімічних лабораторіях.
4-6	4-6 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 3 Розрахунок параметрів ХТС на основі матеріальних балансів стадій процесу.</i> Матеріальний баланс ХТП. Мета складання балансу. Величини, що використовуються при складанні матеріального балансу процесу. Приклади розрахунку.
7,8	7,8 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 4 Теплові баланси та розрахунки на їх основі.</i> Величини, що використовуються для складання теплового балансу: фізична теплота речовини, теплоти реакцій, фазового переходу. Приклад розрахунків.
9	9 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 5 Термодинамічний аналіз і відповідні розрахунки</i> Розрахунок рівноважного виходу цільового продукту з використанням різних методів для ХТП, що ґрунтуються на простих та складних оборотних реакціях за участю газової фази. Методи розрахунку рівноважного виходу.

10	10 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 6.1 Области перебігу хімічного процесу та каталізатори.</i> Мікро- і макрокінетика ХТП. Кінетика гомогенних та гетерогенних ХТП, її основні закономірності. Области перебігу хімічного процесу.
11	11 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 6.2 Розрахунки на основі кінетичних рівнянь.</i> Використання кінетичного рівняння для розрахунку робочого об'єму реактору. Поняття оптимальної та раціональної температури ХТП. Розрахунок оптимальної температури з використанням кінетичних констант реакції.
12, 13	12,13 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 7 Моделювання хімічних реакторів</i> Хімічний реактор - як основний апарат ХТП. Ідеальні моделі реакторів (РІЗ, РІВ) і їх промислові втілення. Температурний режим в реакторах: ізотермічний, адіабатичний, політермічний. Швидкість процесу в ізотермічному реакторі ідеального витиснення та змішування. Розрахунок об'ємів реакторів.
14	14 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 8 Основи розрахунків промислових реакторів.</i> Способи визначення часу контакту у промислових реакторах. Визначення ступеня досягнення рівноважної (максимальної) ступені перетворення. Розрахунок габаритів реакторів близьких до РІЗ або РІВ.
15, 16	15,16 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 9.1 Моделі ХТС</i> Математичні моделі ХТС. Комп'ютерне моделювання ХТС. Застосування методів планування експерименту для оптимізації параметрів ХТС. Методи машинного навчання у хімічній технології.
17	17 тиждень навчання 2023 р.	<i>Тема 9.2 Аналіз та синтез ХТС</i> Завдання аналізу ХТС. Ефективність використання матеріальних ресурсів. Енергетична ефективність ХТС. Синтез ХТС і відходи виробництва.
18	18 тиждень навчання 2023 р.	Огляд всього матеріалу. Виконання МКР.

### *Практичні заняття*

Метою практичних занять з компоненти ” Загальна хімічна технологія” є опанування студентами теоретичних знань, набутих на лекціях і при самостійній роботі, для вирішення конкретних практичних завдань і прикладів з фахового напрямку, набуття студентами вмінь проведення хіміко-технологічних розрахунків (стехіометричних, балансових тощо), з загальної хімічної технології. Завдання для практичних занять формуються у відповідності з методичними вказівками.

<i>Тиждень</i>	<i>Тема</i>	<i>Опис запланованої роботи</i>
<i>ь</i>		

1,2	Розрахунки концентрацій, коефіцієнтів витрат.	Задачі на перерахунок концентрацій (молярна концентрація, молярна концентрація еквіваленту, об'ємна, масова та молярна частки тощо).
3-6	Розрахунки матеріальних балансів ХТП	Розрахунки ступеня перетворення сировинних компонентів. Розрахунки виходу продукту та витратних коефіцієнтів сировинних компонентів. Розрахунки матеріальних потоків в ХТС.
7-9	Розрахунки теплових балансів ХТП	Визначення температур після (або до) реакторів та теплообмінного обладнання.
10,11	Термодинамічний аналіз хіміко-технологічних процесів	Розрахунки рівноважних виходів цільового продукту в гомогенних хіміко-технологічних процесах.
12,13	Кінетичний аналіз хіміко-технологічних процесів	Розрахунки часу перебування реакційної суміші в реакторі з використанням кінетичного рівняння гомогенного процесу.
14-17	Розрахунки хімічних реакторів – ідеальних та промислових	Розрахунки часу перебування реакційної суміші в реакторі з використанням кінетичного рівняння каталітичного процесу
18	Заключне заняття	Захист робіт виконаних вдома.

## 6 Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) в кількості 78 годин протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, виконання і оформлення РР, підготовка до МКР. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу шляхом створення графічного конспекту та виконання розрахунків на ПК	18
Виконання домашніх завдань з практики	18
Виконання РР	10
Підготовка до МКР	2
Підготовка до екзамену	30
<b>Всього</b>	<b>78</b>

## Політика та контроль

### 7 Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, практикуми – шляхом виконання завдань на домашньому комп'ютері. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практикумів є обов'язковим.

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

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

- 1 Несвоєчасний захист практикуму без поважної причини штрафуються 1 балом;
- 2 За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується до 1 заохочувального балу за одну роботу;
- 3 За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

### 8 Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

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

- 1 Поточний контроль: перевірка конспектів лекцій, виконання практичних робіт.
- 2 Семестровий контроль: екзамен.

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

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

- 1 Розробка графічного конспекту з тем лекційних занять, реалізація розрахунків (розглянутих на лекції) на ПК та їх відео захист;
- 2 Виконання практичних занять;
- 3 Одна модульна контрольна робота;
- 4 Одна розрахункова робота.
- 5 Екзамен

## **2. Критерії нарахування балів:**

### **2.1 Розробка графічного конспекту з тем лекційних занять**

Ваговий бал графічного конспекту – до 1. Максимальна кількість балів 17 (1\*17).

Ваговий бал озвучення відповідей на питання – до 0.5. Максимальна кількість балів 8,5 (0,5\*17).

Ваговий бал реалізації розрахунків (розглянутих на лекції) на ПК. – до 0,5 (за умови наявності відео захисту). Максимальна кількість балів 8,5 (0,5\*17).

Загалом – 34 бали.

Розробка графічного конспекту (Mind Map) з тем всіх лекційних занять (5-10 питань за лекцію), що дозволяють відповісти на питання, розглянуті під час лекцій (див. Перелік питань до лекцій у дистанційному курсі).

#### ***Критерії оцінювання:***

Розробка оцінюється відповідно до якості та змісту кожного листа графічного конспекту, коефіцієнт якості від 0,6 до 1,1.

Озвучення відповідей на питання (до 0.5) оцінюється за наявності записів на власному Гугл диску, коефіцієнт якості від 0,6 до 1,1.

Відеозахист лекційних розрахунків представляється у власному youtube каналі в окремому плейлисті, коефіцієнт якості від 0,6 до 1,1.

### **2.2 Виконання та захист практичних занять**

Ваговий бал – 2. Всього максимально –  $17*2=34$  бали.

Ваговий бал реалізації самостійних розрахунків на практичному занятті – до 1. Максимальна кількість балів 17 (1\*17).

Ваговий бал реалізації розрахунків вдома – до 1. Максимальна кількість балів 17 (1\*17).

#### ***Критерії оцінювання:***

Для оцінки якості виконання роботи на занятті використовується коефіцієнт від 0,6 до 1,1, який відповідає шкалі від задовільно (3 у 5-ти бальній шкалі) до відмінно.

### **2.3 Модульна контрольна робота (МКР)**

Ваговий бал – 10 балів (5\*2 бали).

#### ***Критерії оцінювання МКР:***

Перевірка знань здійснюється на останньому лекційному занятті шляхом рішення 5-ти задач (по 2 бали) аналогічних розглянутим на лекціях:

$$10 * (\text{отримані бали у відсотках}) / 100.$$

### **2.4 Розрахункова робота – семестрове індивідуальне завдання**

Ваговий бал – 22.

Максимальний результат (22 балів) виставляється за умови повного розкриття змісту завдання при бездоганному оформленні із відео захистом (на youtube) до закінчення семестру. За наявності помилок фактичних та/або у оформленні ПЗ використовується коефіцієнт від 0,6 до 0,95.



3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 50^1 = 25$  балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 80^2 = 40$  балів.

4. Максимальна сума балів, яку студент може набрати впродовж семестру, складає 100 балів:

$$R_c = r_{\text{лекції}} + r_{\text{практика}} + r_{\text{МКР}} + r_{\text{РР}} = 34 + 34 + 10 + 22 = 100 \text{ балів}$$

Необхідними умовами допуску до екзамену є зарахування (> 60% з 34 балів) **всіх** практичних занять, виконання та захист розрахункової роботи (> 60% з 22 балів), а також стартовий рейтинг (r) не менше 60 % від  $R_c$ , себто:  $r_c = 0,6 R_c = 0,6 \times 100 = 60$  балів. Таким чином, студенти, які набрали впродовж семестру рейтинг вищий або рівний 60 балам отримують допуск.

Якщо рейтинг менше 60 балів студент виконує не виконані та (за необхідності) додаткові завдання.

#### Критерії екзаменаційної роботи

Ваговий бал – 40. Перевірка знань здійснюється на комп'ютері у тестовому середовищі Moodle за 100 бальною системою (%) з відповідним перерахуванням аналогічно умовам МКР:

$$R_{\text{ек}} = 40 \cdot (\text{отримані бали}) / 100.$$

Прості питання (100 питань з варіантами відповідей) — 50 балів. Питання типу “есе” (5 питань з конспекту лекцій) — 50 балів.

Під час тестування (тип “есе”) студентам дозволяється використовувати власний графічний конспект лекцій.

Сумарний рейтинг  $RD = 0,6 \cdot R_c + R_{\text{ек}}$ .

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка **RD** переводиться згідно з таблицею.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

$RD = R_c + R_{\text{ек}}$	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
$RD < 60$	Не задовільно

#### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

<sup>1</sup>Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

<sup>2</sup>Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

**Склав:** доцент кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, к.т.н. Концевой С.А.

**Ухвалено кафедрою ТНРВ та ЗХТ (протокол №29 від 28.06.2023)**

**Погоджено Методичною комісією ХТФ (протокол №9 від 25.05.2023)**