



# [W\_PV10\_23] СУЧАСНЕ УСТАТКУВАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ПРОЕКТУВАННЯ



## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 - Хімічна інженерія та біоінженерія
Спеціальність	161 - Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 4-го курсу, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, Лаб. год, СРС. 60 год )
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: <a href="#">Кримець Г. В.</a> , Практ.: <a href="#">Кримець Г. В.</a> , СРС.: <a href="#">Кримець Г. В.</a>

## Програма навчальної дисципліни

### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Значна кількість багатьох видів продукції основної хімії потребує використання сучасної технології, повної автоматизації виробництва, а також використання машин та апаратів великої одиничної потужності. Обладнання хімічних заводів повинно бути надійним, що визначається вірним вибором матеріалів, конструкцій, якістю проектування.

Основною задачею освітньої компоненти є вивчення загальних питань технологічних розрахунків апаратів і машин при проектуванні та підготовка студентів спеціальності 161 до виконання окремих розділів дипломного проекту ОКР "Бакалавр".

При проектуванні та експлуатації технологічних схем інженер технолог зобов'язаний не тільки розібратися в процесах та явищах, що відбуваються при переробці сировини в продукт, але і розібратися в апаратурному оформленні, тобто повинен бути обізнаним з основами конструювання, механічними розрахунками та експлуатацією апаратів як основного, так і допоміжного обладнання.

Вивчення освітньої компоненти розширяє технічний світогляд студентів. Викладання найбільш складного матеріалу у виді лекцій у взаємозв'язку з практичними заняттями і самостійною роботою студентів дозволить організувати послідовне систематичне її вивчення.

Мета освітньої компоненти.

Після засвоєння освітньої компоненти «Сучасне обладнання технологічних процесів галузі» студент має продемонструвати **здатність** використовувати професійно профільовані знання, уміння й навички в галузі природничонаукових дисциплін, загальної хімічної технології, процесів і апаратів хімічних виробництв для аналізу, оцінювання і проектування технологічних процесів та устаткування.

Основні завдання кредитного модуля.

Студенти після засвоєння освітньої компоненти «Сучасне обладнання технологічних процесів галузі» мають продемонструвати такі результати навчання:

#### знання:

- класифікації хімічного обладнання та стандартизації у хімічному машинобудуванні, а також вимог, що пред'являються до хімічного обладнання;
- типів корозії, причин виникнення та наслідків;
- матеріалів, що використовуються у хімічному машинобудуванні, принципів вибору, характеристики та маркування, а також способів захисту конструкційних матеріалів від корозії;
- конструкцій технологічних реакторів, апаратів та машин для проведення гетерогенних, гомогенних, каталітичних хіміко-технологічних процесів;
- принципів технологічних розрахунків обладнання;

#### уміння:

- здійснювати перехід від принципової схеми виробництва до технологічної на основі обґрунтованого вибору реального технологічного обладнання з врахуванням фактичних параметрів технологічного процесу;

- розраховувати основні показники устаткування хіміко-технологічних процесів та обладнання різних типів (класифікацій);
- обґрунтувати вплив параметрів устаткування на ступінь перетворення сировини, виходу продукту, селективності процесу, швидкості хіміко-технологічних процесів;
- проводити вибір напрямку зміни технологічних параметрів роботи апаратів (концентрації, тиску, каталізатору) на основні показники ХТП;
- обчислювати робочий об'єм (розміри) технологічного реактору з використанням кінетичних характеристик гомогенних та гетерогенних хімічних процесів; складати матеріальні і енергетичні баланси стадій виробництва, на основі яких і вибирати основне та допоміжне обладнання;

набути **досвід:** використання персонального комп'ютера для вибору та розрахунків апаратів і машин виробництв неорганічних речовин.

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

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

Прикладна хімія	Знання основних хімічних закономірностей технологічних процесів виробництв галузі
Фізика	Знання основних та прикладних законів всесвіту та вміння застосовувати знання для вирішення поставлених завдань
Загальна хімічна технологія	Знання основних процесів хімічних виробництв, загальні положення хімічної технології. Уміння обирати необхідні технологічні процеси для забезпечення поставленої мети

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Принципи й методика проектування ХТП.

*Види проектування. Види конструкторських документів. Основні нормативні документи, які використовуються під час проектування. Програмні засоби, що використовуються в проектуванні. Життєвий цикл хіміко-технологічного процесу. Етапи проектування хіміко-технологічних процесів.*

*Визначення виробничої потужності виробництва. Вибір методу та технології виробництва. Принципи розміщення підприємств хімічної промисловості.*

*Завдання на проектування. Перелік основних даних та вимог. Вихідні дані, які надаються замовником. Склад вихідних даних на проектування.*

*Література: [1-5].*

Тема 2. Технологічні схеми виробництва в хімічній технології.

*Ескізна технологічна схема та особливості її розрахунків. Вибір та розробка технологічної схеми виробництва. Складання принципової технологічної схеми. Стадії підготовки сировини, хімічного перетворення, видалення цільового продукту, видалення відходів виробництва.*

Тема 3 . Класифікація хімічного обладнання

*Класифікація хімічного обладнання. Стандартизація в хімічному машинобудуванні. Вимоги, що пред'являються до хімічного обладнання. Хімічна та електрохімічна корозія.*

*Класифікація. Причини та наслідки. Матеріали, що використовуються в хімічному машинобудуванні. Вибір матеріалів під час конструювання. Metали, їх характеристика і маркірування. Сталі, чавуни. Легуючі добавки. Кольорові метали у хімічній промисловості. Пластмаси, гума, кислототривка кераміка. Теплоізолюючі матеріали. Набівочні та прокладочні матеріали; сальникові ущільнення.*

*Література: [1-5].*

*Основи розрахунку апаратів під внутрішнім тиском. Основні вузли та деталі хімічної апаратури. Розрахунок елементарних оболонок. Практичний розрахунок оболонок апаратів, днищ та кришок. Розрахунок апаратів, що працюють під зовнішнім тиском. Конструкції і способи виготовлення апаратів високого тиску та розрахунок товщини стінки. Література: [1].*

*Трубопроводи. Призначення та вимоги до хімічних трубопроводів. З'єднання трубопроводів, фасонні частини. Фланці. Призначення і класифікація трубопровідної арматури. Вибір і розрахунок арматури. Вентилі, засувки, крани, запобіжні клапани, зворотні клапани, спеціальна арматура.*

*Література: [1-3].*

*Тема 4 Розрахунок хімічного обладнання*

*Переміщення рідини. Класифікація, конструкції насосів. Порівняння та області використання насосів різноманітних типів. Розрахунок та вибір насосів. Розрахунок гідравлічного опору трубопроводу з урахуванням стану його поверхні і наявності арматури.*

*Література: [2, 3].*

*Переміщення газів. Класифікація, конструкції компресорних машин. Порівняння та області використання компресорів різноманітних типів. Розрахунок та вибір компресорних машин. Багатоступеневе стиснення. Принципи організації. Турбокомпресори.*

*Література: [2, 3].*

*Переміщення твердих матеріалів. Види, класифікація промислового транспорту. Загальні відомості, характеристики вантажів, що транспортуються. Класифікація транспортних машин та їх вибір. Конвеєри: конструкції, розрахунок і вибір. Пневматичний та гідравлічний транспорт. Конструкції, розрахунок і вибір.*

*Література: [1-3].*

*Використання теплоти і тиску потоків технологічних схем. Розрахунок котлів-утилізаторів (КУ): вплив параметрів потоку на параметри пари, продуктивність КУ, визначення поверхні теплообміну. Газові і рідинні турбіни, розрахунок їх потужності.*

*Література: [3].*

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

1. *An Applied Guide to Process and Plant Design Book Second Edition-Butterworth-Heinemann, 2019, ISBN 978-0-12-800242-1. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01972-9>.*

2. *Волошин М.Д. Устаткування галузі і основи проектування / М.Д. Волошин, А.Б. Шестозуб, В.М. Гуляєв – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004. – 371 с.*

3. *Industrial Process Scale-Up A Practical Innovation Guide from Idea to Commercial*

4. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Основні вимоги до проектної та робочої документації [Текст]. – на заміну ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97); чинний від 01.01.2010. – К.: Національний стандарт України, 2010.

5. ДБН А.2.2-3 – 2004. Склад порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва [Текст]. – на заміну ДБН А.2.2-3-97; чинні від 07.01.2004.– К.: Держбуд України, 2004.

...

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами робіт комп'ютерного практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance та в системі Електроний кампус. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	1 навчальний тиждень	Призначення курсу, його зв'язок з іншими дисциплінами. Види проектування. Види конструкторських документів. Основні нормативні документи, які використовуються під час проектування. Програмні засоби, що використовуються в проектуванні.
2	2 навчальний тиждень	Життєвий цикл хіміко-технологічного процесу. Етапи проектування хіміко-технологічних процесів. Визначення виробничої потужності виробництва.
3	3 навчальний тиждень	Вибір методу та технології виробництва. Принципи розміщення підприємств хімічної промисловості. Завдання на проектування. Перелік основних даних та вимог. Вихідні дані, які надаються замовником. Склад вихідних даних на проектування.
4	4 навчальний тиждень	Ескізна технологічна схема та особливості її розрахунків. Вибір та розробка технологічної схеми виробництва. Складання принципової технологічної схеми. Стадії підготовки сировини, хімічного перетворення, видалення цільового продукту, видалення відходів виробництва.
5	5-6 навчальний тиждень	Основні напрямки у розвитку машинобудування. Класифікація хімічного обладнання. Стандартизація в хімічному машинобудуванні. Вимоги, що пред'являються до хімічного обладнання. Хімічна та електрохімічна корозії. Класифікація. Причини та наслідки. Матеріали, що використовуються в хімічному машинобудуванні. Вибір матеріалів під час конструювання. Metали, їх характеристика і маркірування. Сталі, чавуни. Легуючі добавки. Кольорові метали у хімічній промисловості. Пластмаси, гума, кислототривка кераміка. Теплоізолюючі матеріали. Набівочні та прокладочні матеріали; сальникові ущільнення.

6	6-7 навчальний тиждень	Основи розрахунку апаратів під внутрішнім тиском. Основні вузли та деталі хімічної апаратури. Розрахунок елементарних оболонки. Практичний розрахунок оболонки апаратів, днищ та кришок.
7	8 навчальний тиждень	Розрахунок апаратів, що працюють під зовнішнім тиском. Конструкції і способи виготовлення апаратів високого тиску та розрахунок товщини стінки.
8	9 навчальний тиждень	Трубопроводи. Призначення та вимоги до хімічних трубопроводів. З'єднання трубопроводів, фасонні частини. Фланці. Призначення і класифікація трубопровідної арматури. Вибір і розрахунок арматури. Вентилі, засувки, крани, запобіжні клапани, зворотні клапани, спеціальна арматура.
9	10 навчальний тиждень	Переміщення рідини. Класифікація, конструкції насосів. Порівняння та області використання насосів різноманітних типів. Розрахунок та вибір насосів. Розрахунок гідравлічного опору трубопроводу з урахуванням стану його поверхні і наявності арматури.
10	11-12 навчальний тиждень	Переміщення твердих матеріалів. Види, класифікація промислового транспорту. Загальні відомості, характеристики вантажів, що транспортуються. Класифікація транспортних машин та їх вибір. Конвеєри: конструкції, розрахунок і вибір. Пневматичний та гідравлічний транспорт. Конструкції, розрахунок і вибір.
11	13 навчальний тиждень	Використання теплоти і тиску потоків технологічних схем. Розрахунок котлів-утилізаторів (КУ): вплив параметрів потоку на параметри пари, продуктивність КУ, визначення поверхні теплообміну. Газові і рідинні турбіни, розрахунок їх потужності.
12	14 навчальний тиждень	Переміщення газів. Класифікація, конструкції компресорних машин. Порівняння та області використання компресорів різноманітних типів. Розрахунок та вибір компресорних машин. Багатоступеневе стиснення. Принципи організації. Турбокомпресори.
13	15 навчальний тиждень	Розрахунок процесів відстоювання. Закон Стокса, межі використання та обмеження. Відстійники типи та межі застосування.
14	16-17 навчальний тиждень	Фільтраційні процеси. Основні закономірності. Розрахунок механічних, сорбційних та іонообмінних фільтрів. Мембранні процеси
15	18 навчальний тиждень	Теплові процеси. Розрахунок сушарок. Типи печей та їх застосування.

### Практикум

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Вибір та розрахунок (матеріальний баланс і об'єм насадки) абсорберу водного очищення газу від оксиду (IV) карбону. Вивчення впливу параметрів насадки на розміри апарату. Розрахунок на міцність Завдання на СРС: завершення роботи, підготовка до наступного заняття.
2	Вибір та розрахунок (матеріальний баланс і об'єм каталізатору) багатополичного контактного апарату окиснення оксиду (IV) сульфуру Розрахунок на міцність Завдання на СРС: завершення роботи, підготовка до наступного заняття.
3	Вибір та розрахунок фільтрів двоступеневої іонітної установки: вивчення впливу зміни вихідних даних на результати розрахунку, конструктивний розрахунок. Розрахунок на міцність Завдання на СРС: завершення розрахунків, підготовка до наступного заняття.
4	Вибір та розрахунок насосного обладнання. Завдання на СРС: завершення розрахунків, підготовка до наступного заняття

5	Вибір та розрахунок компресорних машин. Завдання на СРС: завершення розрахунків, підготовка до наступного заняття
6	Вибір та розрахунок котлів – утилізаторів різного призначення. Визначення параметрів пари і продуктивності. Розрахунок трубок КУ на внутрішній і зовнішній тиск. Завдання на СРС: завершення розрахунків, підготовка до наступного заняття
7	Вибір та розрахунок обертових печей та сушарок. Вибір та розрахунок транспорту для переміщення твердих матеріалів Завдання на СРС: завершення розрахунків, підготовка до наступного заняття
8	Вибір та розрахунок циклонів. Вибір та розрахунок установок пневмотранспорту Завдання на СРС: завершення розрахунків, підготовка до наступного заняття
9	Виконання МКР

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів, виконання розрахункової роботи, підготовка до захисту практичних завдань та розрахункової роботи, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів	2 - 3 години на тиждень
Виконання розрахункової роботи	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	2 години
Підготовка до заліку	6 годин

...

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та комп'ютерні практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, комп'ютерні практикуми – у комп'ютерних класах. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms,). 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 балів:

1. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
2. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
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*: опитування на комп'ютерних практикумах, МКР, захист РГР.
2. *Календарний контроль*: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. *Семестровий контроль*: письмовий залік

### **Система рейтингових (вагових) балів (r<sub>к</sub>) та критерії оцінювання**

#### **1 Робота на практичних заняттях та вдома:**

Ваговий бал – 45балів (до 5 балів на одному занятті за умови виконання домашнього завдання).

#### ***Критерії оцінювання:***

5 балів – своєчасне безпомилкове самостійне рішення всіх завдань на занятті;

4 бали – своєчасне безпомилкове самостійне рішення не всіх завдань на занятті;

3 бали – повністю виконане одне домашнє завдання без виконаних самостійно завдань на занятті.

***Представлення не власних електронних матеріалів (плагіат) анулює їх результат: 0 балів за завдання.***

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

Ваговий бал – 5. Робота виконується на одному практичному занятті.

#### ***Критерії оцінювання МКР:***

5 балів:	безпомилкова відповідь на всі питання при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних і фахових знань;
4 балів:	безпомилкова відповідь на 80- 90% запитань;
3 бали:	безпомилкова відповідь на 50% питань або неповна відповідь на всі питання з двома – трьома досить суттєвими помилками;
1-2 бали:	неповна відповідь на всі питання або безпомилкова відповідь на <30 % питань; наявність принципових помилок;
0 балів:	відсутність на занятті без поважних причин, списування (плагіат) під час контрольної.

#### **3 Відповіді на питання під час лекцій**

Ваговий бал - 5. До 4 балів на кожній лекції.



4 бали:	безпомилкова відповідь на всі питання лектора при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних і фахових знань;
3 бали:	недостатньо повна відповідь на питання або безпомилкова відповідь на 80% питань;
2 бал:	безпомилкова відповідь на 50% питань або неповна відповідь на всі питання з двома - трьома досить суттєвими помилками;
1 бали:	неповна відповідь на частину питань; наявність принципових помилок;
0 балів:	неспроможність студента сформулювати вірну відповідь навіть при наявній допомозі лектора чи іншого студента.

#### **4 Розрахункова робота та доповідь з неї**

Ваговий бал - 45.

45-40 балів: повне розкриття змісту завдання при бездоганному оформленні;

39-35 балів: повне розкриття змісту завдання без зауважень або з незначними зауваженнями при бездоганному оформленні;

34-20 балів: достатньо повне розкриття змісту завдання при наявності зауважень непринципового характеру та оформленні;

19-10 балів: відносно повне розкриття змісту завдання при наявності помилок і зауважень та оформлення;

9-0 балів: недостатнє або дуже слабке розкриття змісту завдання з помилками і зауваженнями принципового характеру.

#### **Штрафні бали (r<sub>c</sub>) за :**

- використання розрахункових матеріалів інших студентів і подання їх за свої...-15 балів;
- Відмова від відповіді на питання поставлене викладачем.....-1 бал.
- Представлення не власних електронних матеріалів (плагіат) анулює їх результат.

#### **Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):**

Сума вагових балів контрольних заходів (R<sub>c</sub>) протягом семестру складає:

$$R_c = 60+10+5+25 = 100$$

**Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою**

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно

64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

...

### ***Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни***

Силабус, PCO

---

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** [Кривець Г. В.](#);

**Ухвалено** кафедрою ТНРВ та ЗХТ (протокол № 27 від 24.06.2024 )

**Погоджено** методичною комісією факультету/ІНІ (протокол № від )