



# ПРОЦЕСИ РОЗДІЛЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, РГР</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Гулієнко Сергій Валерійович, <a href="mailto:sergiigulienko@gmail.com">sergiigulienko@gmail.com</a> , +38504488173 Практичні: к.т.н., Гулієнко Сергій Валерійович, <a href="mailto:sergiigulienko@gmail.com">sergiigulienko@gmail.com</a> , +38504488173 Лабораторні: не передбачено навчальним планом
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

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

Потреба у розділенні та очищенні неоднорідних середовищ виникає практично у будь-яких виробництвах і може бути пов'язане, як з технологічними питаннями, так і з питаннями захисту навколишнього середовища. Тому для забезпечення ефективності та екологічної безпеки виробництва питанням цим питанням необхідно приділяти достатню увагу, і мати достатній рівень знань про розглядувані процеси та обладнання для їх реалізації.

Хімічна інженерія – це одна з основних галузей промисловості, яка задовольняє потреби в значній кількості продуктів, в багатьох секторах промисловості, включаючи традиційні галузі промисловості: хімічні, полімерні, паливні, харчові, фармацевтичні, паперові виробництва, а також інші сектори, такі як електронні матеріали та прилади, споживчі товари, гірничо-видобувна промисловість та вилучення металів, біомедичні імпланти та генерація енергії.

Хімічний завод чи установка включає значну кількість операцій та реакторів, що дозволяє перетворення сировини в продукти, що становлять інтерес, та їх очищення. Типові стадії такі:

- Підготовка сировини;
- Реакція;
- Очищення продуктів;
- Рецикл реагентів, що не прореагували;

- Контроль викидів;
- Пакування/транспортування продуктів.

На більшості з наведених стадій необхідно здійснювати розділення сумішей на компоненти, в тому числі очищати речовини від домішок. Для здійснення таких процесів залежно від типу суміші можуть використовуватися різні методи, зокрема механічні, гідромеханічні, масообмінні, мембранні, хімічні, тощо.

Для розділення неоднорідних газових та рідких систем широко використовуються гідромеханічні процеси, наприклад осадження, циклонування, фільтрування, центрифугування тощо [3]. При підготовці бакалаврів за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», освітня програма «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії», такі процеси вивчаються в освітньому компоненті «Процеси та обладнання хімічної технології. Частина 2. Гідромеханічні та механічні процеси». На вивчення такого компоненту передбачено 7 кредитів ЄКТС, однак питання розділення та очищення сумішей з використанням гідромеханічних процесів є настільки широким, що не може бути в повній мірі охоплене таким курсом. Враховуючи важливість таких процесів в галузі, варто мати можливість розширити та поглибити знання з цієї тематики. Тому серед вибіркового освітніх компонентів введена дисципліна «Процеси розділення та очищення», яку можуть обирати здобувачі освітнього ступеня бакалавр при формуванні індивідуальних траєкторій навчання.

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань, а саме:

- Знати і розуміти засади технологічних, фундаментальних та технічних наук, що лежать в процесів розділення та очищення.
- Знати і розуміти принципи, підходи і методи процесів розділення та очищення та перспективи їхнього розвитку, вміти аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.
- Знати типові конструкції апаратів для розділення та очищення, їх класифікацію, області застосування, принципи та методика розрахунку і вміти здійснювати їх обґрунтований вибір.

Відповідно до мети підготовка бакалавра за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем у процесах розділення та очищення.
- Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових процесів розділення та очищення та їхніх складників на основі застосування аналітичних методів, порівняння аналогів та використання доступних даних.
- Здатність визначати параметри процесів розділення та очищення та здійснювати раціональний вибір обладнання для їх проведення та визначення режимів його роботи в заданих виробничих умовах.

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

Дисципліна «**Процеси розділення та очищення**» є вибірковою дисципліною.

Вимоги до початку вивчення включають базові знання з фізики, хімії, математики, та кредитного модуля «Гідромеханічні процеси» дисципліни «Процеси та обладнання хімічної технології»

Вивчення дисципліни буде корисним при засвоєнні матеріалу таких дисциплін як «Процеси та обладнання хімічної технології», «Дипломне проектування», а також сприятиме кращому засвоєнню матеріалів вибіркового дисциплін, таких як «Ректифікація. Спеціальні види», «Процеси екстракції», «Основи мембранної технології».

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. Розділення та очищення неоднорідних газових сумішей з використанням гідромеханічних процесів**

*Тема 1.1. Загальна характеристика неоднорідних газових сумішей та методів їх розділення.*

*Тема 2.2. Обладнання для очищення неоднорідних газових сумішей.*

#### **Розділ 2. Розділення та очищення неоднорідних рідких сумішей з використанням гідромеханічних процесів**

*Тема 2.1 Загальна характеристика рідких неоднорідних сумішей та методи сумішей*

*Тема 2.2. Відстійники та декантоатри*

*Тема 2.3. Фільтрувальне обладнання*

#### **Розділ 3. Інтенсифікація гідромеханічних процесів розділення з використанням реагентних методів**

*Тема 3.1. Коагуляція та флокуляція*

*Тема 3.2. Флотація*

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

#### **Базова література:**

1. Корнієнко Я.М., Лукач Ю.Ю., Мікульонок І.О., Ракицький В.Л., Рябцев Г.Л. (2011). Процеси та обладнання хімічної технології. Підручник. Частина 2. Київ. НТУУ «КПІ»
2. Perry's Chemical Engineers' Handbook. New York: McGraw-Hill, 2019.
3. Towler G., Sinnott R. (2022). Chemical Engineering Design. Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design. Oxford, Butterworth-Heinemann
4. Ray A. K. (2023). Coulson and Richardson's Chemical Engineering. Volume 2B: Separation Processes. Sixth Edition. Oxford, Butterworth-Heinemann

#### **Додаткова література:**

1. Kanade P. S., Bhattacharya S. S. (2016). A Guide to Filtration with String Wound Cartridges Influence of Winding Parameters on Filtration Behaviour of String Wound Filter Cartridges. Amsterdam. Elsevier.
2. Sparks T., Chase G. (2016). Filters and Filtration Handbook. Sixth Edition. Amsterdam. Elsevier.
3. Chi Tien, Ramarao B. V. (2007). Granular Filtration of Aerosols and Hydrosols. Second Edition. Amsterdam. Elsevier.
4. Duroudier J.-P. (2016). Liquid–Solid Separators. Oxford. Elsevier.
5. Leung W. W.-F. (2022). Nanofiber Filter Technologies for Filtration of Submicron Aerosols and Nanoaerosols. Amsterdam. Elsevier.
6. Seville J., Wu Ch.-Y. (2016). Particle Technology and Engineering an Engineer's Guide to Particles and Powders: Fundamentals and Computational Approaches. Amsterdam. Elsevier.
7. Chi Tien. (2016). Principles of Filtration. Amsterdam. Elsevier.
8. Tarleton S. (2015). Progress in Filtration and Separation. Amsterdam. Elsevier.
9. Perlmutter B. A. (2015). Solid-Liquid Filtration. Practical Guides in Chemical Engineering. Amsterdam. Elsevier.
10. Jingzheng Ren, Yufei Wang, Chang He (2020). Towards Sustainable Chemical Processes. Applications of Sustainability Assessment and Analysis, Design and Optimization, and Hybridization and Modularization. Amsterdam. Elsevier.

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

**Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Процеси розділення та очищення», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області термодинаміки в хімічній інженерії;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів досліджень;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</b>	<b>Годин</b>
1	Лекція 1. Загальна характеристика неоднорідних газових сумішей та методів їх розділення Література [1-4]	2
2	Лекція 2. Скрубери. Література [1-4]	2
3	Лекція 3. Газові фільтри Література [1-4]	2
4	Лекція 4. Електрофільтри Література [1-4]	2
5	Лекція 5. Загальна характеристика методів розділення неоднорідних рідких сумішей Література [1-4]	2
6	Лекція 6. Рідинні відстійники-згущувачі Література [1-4]	2
7	Лекція 7. Рідинні відстійники-освітлювачі Література [1-4]	2
8	Лекція 8. Основні деталі та вузли відстійників Література [1-4]	2
9	Лекція 9. Декантатори Література [1-4]	2
10	Лекція 10. Загальна характеристика фільтрації Література [1-4]	2
11-12	Лекція 11-12. Фільтрувальне обладнання Література [1-4]	4
13	Лекція 13. Вибір типу фільтрів. Вартість фільтрації Література [1-4]	2

14	Лекція 14. Коагуляція Література [1-4]	
15	Лекція 15. Флокуляція Література [1-4]	2
16	Лекція 16. Флотація Література [1-4]	2
17	Модульна контрольна робота	2
18	Залік	2
	Разом	18

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів з даної дисципліни практичні заняття займають 33 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають технічне мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів розділення та очищення;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Практичне заняття 1. Розрахунок пінного апарата	2
2	Практичне заняття 2. Розрахунок трубчастого електрофільтра	2
3	Практичне заняття 3. Розрахунок пластинчастого електрофільтра	2
4	Практичне заняття 4. Розрахунок гравітаційних гребкових відстійників	2
5	Практичне заняття 5. Розрахунок декантатора	2
6	Практичне заняття 6. Визначення параметрів фільтрації	2
7	Практичне заняття 7. Розрахунок фільтр-преса	2
8	Практичне заняття 8. Розрахунок коагуляції/флокуляції	2
9	Захист РГР.	2
	Разом	18

### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 55 % часу вивчення дисципліни, включаючи і підготовку до заліку, модульної контрольної роботи та підготовки реферату. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань з курсу, що не увійшли в перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент

повинен навчатися аналізувати сучасні термодинамічні методи, що використовуються в хімічній інженерії.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Новітні конструкції обладнання для очищення та розділення неоднорідних газових та рідких сумішей	18
2	Новітні реагенти для коагуляції, флокуляції та	10
3	Підготовка до лекцій	10
4	До практичних занять	12
5	Виконання розрахунково-графічної роботи	10
6	Підготовка до заліку	6
	Всього годин	66

## Політика та контроль

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

#### **Правила відвідування занять та поведінки на заняттях**

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом. При розв'язанні задач на практичних заняттях студенти можуть користуватися будь-якими джерелами інформації та засобами обчислень. Всі завдання виконуються індивідуально.

#### **Правила захисту індивідуальних завдань**

Навчальним планом передбачено індивідуальне заняття у формі розрахунково-графічної роботи. Розрахунково-графічна робота передбачає виконання термодинамічного аналізу процесів, включно з оглядом декількох джерел літератури за темою, розрахунок параметрів заданого процесу, а також побудову графічних залежностей параметрів від заданих змінних вихідних параметрів.

#### **Правила призначення заохочувальних та штрафних балів**

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:

Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

#### **Політика дедлайнів та перескладань**

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

#### **Політика академічної доброчесності**

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань за використання друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здачі екзамену за іншого аспіранта; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

#### **Політика академічної поведінки і етики**

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РГР.	Семестровий контроль
5	4	120	36	18	–	64	1	1	залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за: виконання 8 задач на практичних заняттях, захисту реферату та МКР.

Семестровим контролем є залік.

#### **Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання**

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал – 8. Максимальна кількість балів за практичні заняття  $8 \cdot 8 = 64$ .

Виконання РГР. Ваговий бал 20.

Модульна контрольна робота. Ваговий бал 16

Залік виставляється за результатами роботи в семестрі.

Студент, який у семестрі отримав не менш ніж 60 балів, може прийняти участь у заліковій роботі для отримання більш високого балу. У цьому разі, бали, отримані ним на контрольній роботі з додаванням 50% від балів отриманих в семестрі є остаточними.

Залікова контрольна робота (у разі необхідності) оцінюється із 70 балів. Контрольне завдання складається двох теоретичних завдань.

Кожне завдання оцінюється з 35 балів за такими критеріями:

- відмінне виконання завдання, вільне володіння матеріалом на захисті – 32-34 бали.
- добрий рівень виконання, правильні відповіді на питання при захисті завдання – 25-30 балів.
- достатній рівень виконання завдання, наявність незначних неточностей у відповідях – 20-22 балів.
- погана якість виконання роботи, незнання теоретичного матеріалу – 0 балів.

Умовою першої атестації є отримання не менше 20 балів та виконання 50% практичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 36 балів та виконання 75% практичних робіт (на час атестації).

Сума отриманих студентом балів переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

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

Складено доцент каф. МАХНВ, к.т.н., доц. Сергій ГУЛІЄНКО

Ухвалено кафедрою МАХНВ (протокол № 20 від 20.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №11 від 28.06.2024)