



Загальна хімічна технологія-2. Хіміко-технологічні схеми

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

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>Для студентів заочної форми навчання спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / Підсумкове тестування</i>
Розклад занять	<i>Лекція 6 годин (3 пари), практичні заняття 4 години (2 пари). Заняття проводяться за розкладом rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., асистент Літинська Марта Ігорівна, m.litynska-2017@kpi.ua</i> ¹ Лабораторні заняття: <i>к.т.н., асистент Літинська Марта Ігорівна, m.litynska-2017@kpi.ua</i> Практичні заняття: <i>к.т.н., асистент Літинська Марта Ігорівна, m.litynska-2017@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача; код курсу – sshzzca</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Кредитний модуль “Загальна хімічна технологія-2. Хіміко-технологічні схеми” належить до Циклу професійної та практичної підготовки Нормативної частини навчальних дисциплін і являється базисною для профільюючих дисциплін в навчальному плані підготовки фахівців професійного спрямування Хімічні технології.

Кредитний модуль “Загальна хімічна технологія-2. Хіміко-технологічні схеми” займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з загальної хімічної технології. Навчальний матеріал кредитного модулю “Загальна хімічна технологія-2. Хіміко-технологічні схеми” базується на знаннях дисциплін «Загальна та неорганічна хімія», а також формує базу для подальшого вивчення профільюючих дисциплін, таких як «Поверхневі явища та дисперсні системи», «Основи проектування хімічних підприємств», «Технологія очищення води».

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

Предмет дисципліни: технологічні схеми, що застосовуються в хімічній промисловості для виробництва промислово важливих речовин, та технології для їх реалізації.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- базові уявлення про різноманітність об'єктів хімічної технології, промисловості, хімічної продукції;
- володіння методами спостереження, опису, ідентифікації, класифікації, об'єктів хімічної технології та продукції промисловості;
- базові уявлення про основи хімічної термодинаміки та закони хімічної кінетики;
- сучасні уявлення про принципи структурної організації та типових функціях і механізмах роботи технологічних об'єктів хімічних виробництв;
- базові уявлення про основні закономірності розвитку й сучасні досягнення в хімічних технологіях, розуміння ролі енергозбереження в сучасній техніці.

Після засвоєння навчальної дисципліни 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;
- загальних термодинамічних і кінетичних закономірностей хіміко-технологічних процесів різного типу;
- фізико-хімічних закономірностей, що використовується для вибору оптимального технологічного режиму стадій ХТП, а також обладнання найважливіших промислових процесів;
- прогресивних заходів з підвищення екологічності технологій, якості і споживчих характеристик продукції.

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) неорганічних і суміжних 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 показники кінетики та каталізу.

досвід:

- використовуючи закони хімії в умовах лабораторії виконувати розрахунки складу системи, кількості речовини сполук, що реагують;
- використовуючи теоретичні положення аналітичної хімії та довідкові дані фізико-хімічних властивостей сполук розраховувати необхідні параметри (маси речовин, об'єми розчинів, концентрації компонентів) для приготування робочих розчинів;

- використовуючи типове лабораторне обладнання та вимірювальну апаратуру, типові методи та устаткування, інструкції та довідкові дані, в умовах хімічної лабораторії виконувати фізико-хімічні експерименти з хімічними системами в твердій, газовій фазах та розчинах;
- використовуючи одержані знання і навички для вирішення в умовах виробництва технологічних та екологічних завдань з грамотної експлуатації хімічного обладнання, керування технологічними процесами, підтримки та зміни технологічних режимів, пуску і планового та аварійного припинення роботи технологічних агрегатів.

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:

Процеси та апарати хімічних виробництв	Основні процеси та апарати, що використовуються в хімічній промисловості: тепло- і масообмінні процеси, методи розділення та концентрування, сучасні конструкції машин і апаратів хімічних виробництв
Фізична хімія	Вплив фізичних факторів - температури, тиску, ультрафіолетового, інфрачервоного, радіаційного та інших видів випромінювання, електричного та магнітного полів тощо на хімічні процеси

Дисципліни, які базуються на результатах навчання: дисципліни циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачено аналіз технологічних режимів апаратів хіміко-технологічних схем для вирішення практичних завдань щодо оптимізації або раціоналізації їх роботи з метою отримання кінцевих продуктів необхідної якості.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Сировинна та енергетична підсистеми ХТС.

Сировинні джерела хімічної промисловості. Класифікація сировинних ресурсів. Комплексне використання сировини. Комбіновані хіміко-технологічні системи. Підготовка сировини для ХТП. Збагачення твердої, рідинної сировини та концентрування (збагачення) газових сумішей. Стандартизація сировини. Проблеми неповної переробки сировини. Відходи виробництва та їх класифікація. Типові способи знешкодження газових, рідких і твердих відходів виробництва. Енергетичні джерела хімічної промисловості. Раціональне використання енергії. Енерготехнологічний принцип ХТС. Основні технологічні методи утилізації вторинних енергоресурсів.

Тема 2. Вода як сировина і технологічний компонент ХТП.

Промислова водопідготовка. Показники якості води. Жорсткість води і методи пом'якшення води. Іоніти в підготовці води. Технологічні системи промислової водопідготовки

Тема 3. Відходи ХТП вторинне джерело енергії та ресурсів.

Потенційні запаси вторинних енергетичних ресурсів. Умови формування відходів на підприємствах хімічної, нафтопереробної та нафтохімічної промисловості, чорної та кольорової металургії, промисловості будівельних матеріалів.

Тема 4. Виробництво аміаку як приклад каталітичного ХТП.

Аміак – основа виробництва азотовмісних сполук. Сировинні джерела. Виробництво технологічних газів на основі твердих, рідких та газоподібних палив. Технологічні і екологічні проблеми та їх вирішення при одержанні технологічних газів із природного газу. Фізико-хімічні обґрунтування режимів пароповітряної конверсії природного газу, конверсії оксиду вуглецю(II) та очищення технологічних газів від кисневих сполук. Каталізатори відділення виробництва синтез-газу. Типові прийоми реалізації енерготехнологічної схеми при виробництві синтез-газу. Основні технологічні реактори відділення синтез-газу.

Тема 5. Технологія нітратної кислоти як приклад високоселективного ХТП.

Технологія нітратної кислоти як приклад високоселективного ХТП. Застосування азотної кислоти (НК). Сировинна база. Фізико-хімічні основи виробництва НК за стадіями. Очищення викидного газу від оксидів азоту. Напрями удосконалення виробництва НК.

Тема 6. Виробництво соди і содових продуктів.

Фізико-хімічні властивості та принципів положення хімічної взаємодії сировинних та вихідних речовин у процесах виробництв кальцинованої соди, «важкої» соди, каустичної соди хімічним та електрохімічним способами, питної соди, кристалічної соди, оксиду кальцію, оксиду вуглецю (IV), оксидів алюмінію, хлору. Галузі застосування кальцинованої соди і содопродуктів, оксидів алюмінію, а також хлору. Хімічні схеми одержання цих важливих стратегічних продуктів. Виробництво хлору, хлоридної кислоти та алюмінію, як приклад електрохімічних виробництв. Електроліз водних розчинів хлориду натрію. Особливості організації процесів отримання каустичної соди.

Тема 7. Хімічне перероблення нафти, як приклад комплексного використання сировини.

Класифікація нафти. Сировинні запаси. Проблеми раціонального використання та економії продуктів нафтопереробки. Хімічна переробка нафти.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

Базова:

- 1. Бесков В.С., Сафонов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии – М.: Химия, 1999. – 472 с.*
- 2. Загальна хімічна технологія / Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. - Львів: Львівська політехніка, 2005. - 552 с.*
- 3. Кутепов А.М., Бондарева Т.Н., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. М: Высшая школа, 1990. - 520 с.*
- 4. Основы химической технологии. Т.1, 2. / Под ред. И.П. Мухлёнова. - М: Высшая школа, 1991. - 463 с.*

5. *Практикум по общей химической технологии / Под ред. Мухлёнова И.П. М.: Высшая школа, 1973. - 424 с.*
6. *Расчёты химико-технологических процессов / Под ред. Мухлёнова И.П. М.: Высшая школа, 1982. - 248 с.*
7. *Загальна хімічна технологія: Підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. — Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2008. — 552 с.*

Додаткова

1. *Аранская О. С. Сборник задач и упражнений по химической технологии и биотехнологии. – Минск: Университетское, 1989. – 311 с.*
2. *Экологические аспекты современных технологий охраны окружающей среды / Под ред. В. В. Гончарука. – К.: Наукова думка, 2005. – 400 с.*
3. *Кафаров В.В. Принципы создания безотходных химических производств. – М.: Химия, 1982. – 288 с.*
4. *Методичні рекомендації до виконання домашньої контрольної роботи з дисципліни «Загальна хімічна технологія» для студентів хіміко-технологічного факультету. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. – 45 с.*

Інформаційні ресурси

1. *Дистанційний курс Google Classroom (домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу – sshzcsa*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт 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 [9]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	<p><i>Тема 1. Сировинна та енергетична підсистеми ХТС.</i></p> <p><i>Сировинні джерела хімічної промисловості. Класифікація сировинних ресурсів. Комплексне використання сировини. Комбіновані хіміко-технологічні системи. Підготовка сировини для ХТП. Збагачення твердої, рідинної сировини та концентрування (збагачення) газових сумішей. Стандартизація сировини. Проблеми неповної переробки сировини. Відходи виробництва та їх класифікація. Типові способи знешкодження газових, рідких і твердих відходів виробництва. Енергетичні джерела хімічної промисловості. Раціональне використання енергії. Енерготехнологічний принцип ХТС. Основні технологічні методи утилізації вторинних енергоресурсів.</i></p>

	<p><i>Тема 2. Вода як сировина і технологічний компонент ХТП.</i></p> <p><i>Промислова водопідготовка. Показники якості води. Жорсткість води і методи пом'якшення води. Іоніти в підготовці води. Технологічні системи промислової водопідготовки</i></p>
2	<p><i>Тема 3. Відходи ХТП вторинне джерело енергії та ресурсів.</i></p> <p><i>Потенційні запаси вторинних енергетичних ресурсів. Умови формування відходів на підприємствах хімічної, нафтопереробної та нафтохімічної промисловості, чорної та кольорової металургії, промисловості будівельних матеріалів.</i></p> <p><i>Тема 4. Виробництво аміаку як приклад каталітичного ХТП.</i></p> <p><i>Аміак – основа виробництва азотовмісних сполук. Сировинні джерела. Виробництво технологічних газів на основі твердих, рідких та газоподібних палив. Технологічні і екологічні проблеми та їх вирішення при одержанні технологічних газів із природного газу. Фізико-хімічні обґрунтування режимів пароповітряної конверсії природного газу, конверсії оксиду вуглецю(II) та очищення технологічних газів від кисневих сполук. Каталізатори відділення виробництва синтез-газу. Типові прийоми реалізації енерготехнологічної схеми при виробництві синтез-газу. Основні технологічні реактори відділення синтез-газу.</i></p>
3	<p><i>Тема 5. Технологія нітратної кислоти як приклад високоселективного ХТП.</i></p> <p><i>Технологія нітратної кислоти як приклад високоселективного ХТП. Застосування азотної кислоти (НК). Сировинна база. Фізико-хімічні основи виробництва НК за стадіями. Очищення викидного газу від оксидів азоту. Напрями удосконалення виробництва НК.</i></p> <p><i>Тема 6. Виробництво соди і содових продуктів.</i></p> <p><i>Фізико-хімічні властивості та принципові положення хімічної взаємодії сировинних та вихідних речовин у процесах виробництв кальцинованої соди, «важкої» соди, каустичної соди хімічним та електрохімічним способами, питної соди, кристалічної соди, оксиду кальцію, оксиду вуглецю (IV), оксидів алюмінію, хлору. Галузі застосування кальцинованої соди і содопродуктів, оксидів алюмінію, а також хлору. Хімічні схеми одержання цих важливих стратегічних продуктів. Виробництво хлору, хлоридної кислоти та алюмінію, як приклад електрохімічних виробництв. Електроліз водних розчинів хлориду натрію. Особливості організації процесів отримання каустичної соди.</i></p> <p><i>Тема 7. Хімічне перероблення нафти, як приклад комплексного використання сировини.</i></p> <p><i>Класифікація нафти. Сировинні запаси. Проблеми раціонального використання та економії продуктів нафтопереробки. Хімічна переробка нафти.</i></p>

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять з кредитного модуля «Загальна хімічна технологія-2. Хіміко-технологічні схеми» є закріплення теоретичних знань, що набуті на лекціях та при самостійній роботі, для вирішення конкретних практичних завдань та прикладів з фахового напрямку. Для цього на практичних заняттях студенти виконують вправи, які дозволяють оволодіти навиками розрахунків основних хіміко-технологічних показників й матеріальній та теплових потоків.

№	Опис заняття
1	Розрахунки концентрацій. Розрахунки основних технологічних параметрів.
2	Теплові розрахунки. Складання матеріальних та теплових балансів.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до модульної контрольної роботи (МКР), виконання домашньої контрольної роботи (ДКР), підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Самостійне ознайомлення з наданими лектором матеріалами за темами лекційних та практичних занять	2-4 години на тиждень
Виконання домашньої контрольної роботи	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4 години
Підготовка до екзамену	30 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та практичні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через або в очному режимі, або за допомогою платформи дистанційного навчання Сікорський, практичні заняття – у аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практичних занять є обов'язковим. Перед початком чергової теми лектор надсилає лекційний матеріал у формі презентації з метою кращого засвоєння студентами та підвищення рівня їх зацікавленості.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

- 1) несвоєчасна здача домашньої контрольної роботи штрафується зниженням оцінки на 10-80%;
- 2) виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни (виготовлення плакатів, схем, моделей, тощо) дає можливість отримати від 1 до 3 заохочувальних балів (за кожен вид завдань в залежності від складності завдання, яка визначається викладачем).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

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

1. Поточний контроль: перевірка знань на лекціях та практичних заняттях, МКР, захист ДКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: екзамен у формі підсумкового тестування.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується, виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- модульну контрольну роботу (МКР);
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР);
- відповіді на заняттях.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Модульна контрольна робота.

Ваговий бал за МКР – **20 балів**.

Оцінювання роботи проводиться у вигляді тестування (50 тестових питань, ліміт часу – 40 хвилин).

2.2. Домашня контрольна робота.

Ваговий бал – **20 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 20 – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 14,9 – 10 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 9,9 – 5 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

2.3. Відповіді на заняттях.

Ваговий бал – **20 балів** (кожна відповідь оцінюється від 0 до 2 в залежності від повноти та правильності). Оцінюються усні відповіді та розв'язування задач.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю).

4. **Екзамен.** Ваговий бал – **40 балів**. Студенти виконують підсумкове тестування, що містить 100 тестових питань. Тривалість виконання – 1 година 20 хвилин.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 100 балів:

$$RC = r_{\text{мкр}} + r_{\text{дкр}} + r_{\text{в}} + r_{\text{екз}} = 20+20+20+40 = 100 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування МКР, виконання домашньої контрольної роботи та кількість рейтингових балів не менше 30.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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)

- Вимоги до оформлення лабораторних робіт та домашньої контрольної роботи наведені у Google Classroom «Загальна хімічна технологія-2. Хіміко-технологічні схеми» (платформа Sikorsky-distance). Код курсу – sshzzca.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

асистентом кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, к.т.н. Літинською М.І.

старшим викладачем кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, к.т.н. Феденком Ю.М.

Ухвалено кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол № 19 від 30.06.2021 р.)¹

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2021 р.)

¹ Силабус спочатку погоджується метод. комісією, а потім ухвалюється кафедрою.