



# Комп'ютерні програмні пакети в технологіях неорганічних речовин

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні ресурсоефективні технології неорганічних та органічних речовин, матеріалів та покриттів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>240 годин / 8 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР/ДКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: <i>к.т.н., ст. вик. Крimeць Григорій Володимирович <a href="mailto:krimets@xtf.kpi.ua">krimets@xtf.kpi.ua</a></i> <i>к.т.н., доцент Шахновський Аркадій Маркусович, <a href="mailto:AMShakhn@xtf.kpi.ua">AMShakhn@xtf.kpi.ua</a></i> Лабораторні роботи та комп'ютерні практикуми: <i>к.т.н., ст. вик. Крimeць Григорій Володимирович <a href="mailto:krimets@xtf.kpi.ua">krimets@xtf.kpi.ua</a></i> <i>к.т.н., доцент Шахновський Аркадій Маркусович, <a href="mailto:AMShakhn@xtf.kpi.ua">AMShakhn@xtf.kpi.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/">https://classroom.google.com/</a></i>

### Програма освітньої компоненти

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

*Розробка, впровадження та експлуатація енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій у хімічному виробництві завжди пов'язані із проведенням низки досліджень, які вимагають, зокрема, розрахунку хіміко-технологічних процесів (ХТП) та систем (ХТС), їх аналізу в різних умовах функціонування. Складність вирішення таких задач обумовлена складною природою хіміко-технологічних процесів. Тому для розрахунку ХТП та ХТС було розроблено низку обчислювальних методів, що знайшли своє втілення у сучасному програмному забезпеченні.*

*Володіння сучасними комп'ютерними програмними пакетами для розрахунку хіміко-технологічних процесів та систем – важлива складова кваліфікації магістра з хімічних технологій та інженерії то його конкурентоспроможності на ринку праці.*

**Предмет освітньої компоненти:** застосування комп'ютерних програмних пакетів в технологіях неорганічних речовин з метою зниження трудомісткості, а також підвищення якості процесів використання інформації.

**Метою** освітньої компоненти є формування здатності використовувати фундаментальні та прикладні знання і досвід в оперуванні основними поняттями, сучасними принципами та підходами системного аналізу, новітніми методами та комп'ютерними засобами аналізу при розробленні та дослідженні складних процесів та систем.

Після засвоєння навчальної освітньої компоненти здобувачі вищої освіти мають продемонструвати такі результати навчання:

### **Фахові компетентності**

*K2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.*

*K8. Здатність використовувати сучасне спеціальне наукове обладнання та програмне забезпечення при проведенні експериментальних досліджень і здійсненні дослідно-конструкторських розробок у сфері хімічних технологій та інженерії.*

### **Програмні результати навчання**

*ПР6. Розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.*

*ПР9. Знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в галузі кондиціювання та очищення води.*

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

*Пререквізити:* диплом рівня «бакалавр» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»: знання у хімічній технології та інженерії на бакалаврському рівні. Також матеріал освітньої компоненти базується на знаннях, що отримані у курсах «Сучасні методи кондиціювання та очищення води», «Фізико-хімія сучасних неорганічних матеріалів». *Постреквізити освітньої компоненти:* матеріал освітньої компоненти може бути використаний для виконання магістерської дисертації, у подальшій професійній діяльності.

## **3. Зміст освітньої компоненти**

*Частина 1. Загальноінформаційна підготовка та комп'ютерна хімія*

*Тема 1.1 Основи роботи з науково-технічною інформацією*

*Поняття про науковий та навчальний інформаційний пошук. Основні види інформаційного пошуку. Інструменти отримання цільової інформації. Пошукова система Google Scholar. Навчальні платформи Coursera, EdX, Udemu.*

*Робота з програмним забезпеченням Microsoft Office. Оформлення текстових документів в середовищі MS Word. Обробка та візуалізація даних у середовищі MS Excel.*

*Основи створення наукової презентації. Перспективи використання штучного інтелекту та машинного навчання в хімічній інженерії.*

*Обробка та візуалізація даних в пакеті Origin. Спеціальні можливості пакету Origin*

*Тема 1.2 Розрахунок термодинамічних та кінетичних закономірностей з використанням сучасних програмних продуктів*

Основні поняття та визначення. Розрахунок термодинамічних характеристик органічних складових з використанням метода Караша. Базові підходи в моделюванні молекул, кристалів, наночасток. Метод молекулярної механіки (ММ), напіємпіричні методи (AM1, PM3, ZINDO та інші), метод DFT, Monte-Carlo.

Тема 1.3 Програмні продукти для молекулярних розрахунків

Програмний комплекс HyperChem, NWChem. Особливості використання на різних типах комп'ютерів. Базові функції вводу виводу, вибору методу обчислень та візуалізації отриманих даних. Розрахунок основних термодинамічних характеристик молекул, електронних та інфрачервоних спектрів.

Тема 1.4 Побудова розрахункових спектрів

Використання пакету ChemBioOffice для прогнозування ЯМР спектрів. Візуалізація результатів розрахунків в програмі Vesta, Avogadro

Частина 2. Комп'ютерні програмні пакети для розрахунку хіміко-технологічних систем.

Тема 2.1 Аналіз структури хіміко-технологічних систем

Зображення структур ХТС в вигляді графів та таблиць. Алгоритми виділення комплексів. Визначення послідовності розрахунку розімкнених ХТС. Визначення оптимальної множини розірваних дуг

Тема 2.2. Програмне забезпечення для моделювання та дослідження ХТС.

Огляд програм-симуляторів. Програми з інтегрованого пакету Aspen Suite (Aspen Plus, Hysys). Програма-симулятор UNISIM Design. Програма-симулятор ChemCAD. Інші пакети-симулятори.

Тема 2.3. Основні прийоми та етапи побудування технологічних схем у пакеті ChemCAD

Етапи моделювання ХТС. Створення нового файлу технологічної схеми. Вибір інженерних одиниць виміру (технічних розмірностей). Побудова технологічної схеми. Розміщення зображень апаратів. Редагування зображень апаратів. Зображення потоків на технологічній схемі. Редагування потоків на технологічній схемі. Редагування ID (ідентифікаційних номерів) апаратів та потоків. Збереження технологічної схеми.

Вибір індивідуальних компонентів (речовин). Ідентифікаційні номери речовин. Стандартний банк даних речовин ChemCad. Введення нової речовини до банку даних. Завдання списку хімічних компонентів.

Фазові рівноваги в хімічній технології. Рівняння стану. Термодинамічні функції та рівновага. Рівновага «пара-рідина», «рідина-рідина», «рідина -тверда речовина». Рівняння для оцінювання змін ентропії та ентальпії. Отримання довідково-експериментальних даних щодо рівноваги.

Вибір теплофізичних властивостей суміші. Вибір розрахункових термодинамічних моделей. Вибір моделі для розрахунку коефіцієнтів рівноваги. Вибір моделі для розрахунку ентальпії. Завдання параметрів потоків живлення і потоків, що розриваються. Вибір параметрів збіжності для розрахунку схем із рециклами. Введення параметрів обладнання.

Тема 2.4. Математичне моделювання апаратів у ChemCAD.

Введення параметрів обладнання. Теплообмінник. Модулі ректифікації. Модуль ректифікації TOWER.

Модулі для моделювання хімічної реакції. Модуль *Stoichiometric Reactor (SREA)*. Модуль *Equilibrium Reactor (EREA)*. Модуль *Kinetic Reactor (KREA)* Модуль реактора періодичної дії *BREACT*. Меню реактора періодичної дії. Модуль "Cont" (Контролер)

Тема 2.5. Математичне моделювання ХТС у ChemCAD.

Моделювання технологічної схеми. Інтерактивний перегляд результатів. Перегляд результатів обчислення. Перегляд за допомогою меню *Results* (Результати). Перегляд результатів за допомогою меню *Plot* (Графік). Формування звіту.

Використання контролерів. Поняття про оптимізацію стаціонарних режимів ХТС.

#### 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 здобувач вищої освіти має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях. Базове програмне забезпечення здобувачі вищої освіти можуть отримати у режимі хмарних обчислень [7].

##### Базова:

1. Комп'ютерні програмні пакети в технологіях неорганічних речовин [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; Уклад.: А.М. Шахновський, О.О. Квітка – Електронні текстові данні (1 файл: 2,37 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 100 с.
2. Szekely G. *Sustainable process engineering*. De Gruyter, 2021. 320 p.

##### Додаткова

3. *Chemical Engineering Process Simulation, 2nd Edition*. Ed. by D.Foo. Elsevier, 2022. 496 p.
4. Krijnen W. P., Wit E. C. *Computational and Statistical Methods for Chemical Engineering*. CRC Press, 2023. 392 p.

##### Інформаційні ресурси

5. *Introduction to Software for Chemical Engineers*. URL: <https://www.pdfdrive.com/introduction-to-software-for-chemical-engineers-e39565591.html>
6. *HYSYS : An Introduction to Chemical Engineering Simulation*. URL: <https://www.pdfdrive.com/hysys-an-introduction-to-chemical-engineering-simulation-d2591237.html>
7. Дистанційний курс *Google G Suite for Education*. Режим доступу: *Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance)*; код курсу надається викладачем.
8. *Free CHEMCAD for Students*. <https://www.process-simulation-cup.com/competition/freechemcad/>

## 5. Методика опанування освітньої компоненти

### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням здобувачами вищої освіти лабораторних робіт та робіт комп'ютерного практикуму і розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій при змішаному навчанні застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom, тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої. Навчальні матеріали розміщені на платформі Sikorsky-distance [11].

№	Опис заняття
1	<p>Частина 1. Загальноінформаційна підготовка та комп'ютерна хімія</p> <p>Тема 1.1 Основи роботи з науково-технічною інформацією</p> <p>Поняття про науковий та навчальний інформаційний пошук. Основні види інформаційного пошуку. Інструменти отримання цільової інформації. Пошукова система Google Scholar. Навчальні платформи Coursera, EdX, Udemy.</p>
2	<p>Тема 1.1. (продовження)</p> <p>Робота з програмним забезпеченням Microsoft Office. Оформлення текстових документів в середовищі MS Word. Обробка та візуалізація даних у середовищі MS Excel.</p> <p>Основи створення наукової презентації. Перспективи використання штучного інтелекту та машинного навчання в хімічній інженерії.</p>
3	<p>Тема 1.1. (продовження)</p> <p>Обробка та візуалізація даних в пакеті Origin. Спеціальні можливості пакету Origin.</p>
4	<p>Тема 1.2 Розрахунок термодинамічних та кінетичних закономірностей з використанням сучасних програмних продуктів</p> <p>Основні поняття та визначення. Розрахунок термодинамічних характеристик органічних складових з використанням метода Караша. Базові підходи в моделюванні молекул, кристалів, наночасток. Метод молекулярної механіки (ММ), напіемпіричні методи (AM1, PM3, ZINDO та інші), метод DFT, Monte-Carlo.</p>
5	<p>Тема 1.3 Програмні продукти для молекулярних розрахунків</p> <p>Програмний комплекс HyperChem, NWChem. Особливості використання на різних типах комп'ютерів. Базові функції вводу виводу, вибору методу обчислень та візуалізації отриманих даних.</p>
6	<p>Тема 1.3. (продовження)</p> <p>Розрахунок основних термодинамічних характеристик молекул, електронних та інфрачервоних спектрів.</p>
7	<p>Тема 1.4 Побудова розрахункових спектрів</p> <p>Використання пакету ChemBioOffice для прогнозування ЯМР спектрів.</p>
8	<p>Тема 1.4. (продовження)</p> <p>Візуалізація результатів розрахунків в програмі Vesta.</p>



9	<p>Тема 1.4. (продовження)</p> <p>Візуалізація результатів розрахунків в програмі Avogadro</p>
10	<p>Частина 2</p> <p>Тема 2.1. Аналіз структури хіміко-технологічних систем</p> <p>Зображення структур ХТС в вигляді графів та таблиць. Алгоритми виділення комплексів. Визначення послідовності розрахунку розімкнених ХТС. Визначення оптимальної множини розірваних дуг</p>
11	<p>Тема 2.2. Програмне забезпечення для моделювання та дослідження ХТС.</p> <p>Огляд програм-симуляторів. Програми з інтегрованого пакету Aspen Suite (Aspen Plus, Hysys). Програма-симулятор UNISIM Design. Програма-симулятор ChemCAD. Інші пакети-симулятори.</p>
12	<p>Тема 2.3. Основні прийоми та етапи побудування технологічних схем у пакеті ChemCAD</p> <p>Етапи моделювання ХТС. Створення нового файлу технологічної схеми. Вибір інженерних одиниць виміру (технічних розмірностей). Побудова технологічної схеми. Розміщення зображень апаратів. Редагування зображень апаратів. Зображення потоків на технологічній схемі. Редагування потоків на технологічній схемі. Редагування ID (ідентифікаційних номерів) апаратів та потоків. Збереження технологічної схеми.</p>
13	<p>Тема 2.3. (продовження)</p> <p>Вибір індивідуальних компонентів (речовин). Ідентифікаційні номери речовин. Стандартний банк даних речовин ChemCad. Введення нової речовини до банку даних. Завдання списку хімічних компонентів.</p> <p>Фазові рівноваги в хімічній технології. Рівняння стану. Термодинамічні функції та рівновага. Рівновага «пара-рідина», «рідина-рідина», «рідина -тверда речовина». Рівняння для оцінювання змін ентропії та ентальпії. Отримання довідково-експериментальних даних щодо рівноваги.</p>
14	<p>Тема 2.3. (продовження)</p> <p>Вибір теплофізичних властивостей суміші. Вибір розрахункових термодинамічних моделей. Вибір моделі для розрахунку коефіцієнтів рівноваги. Вибір моделі для розрахунку ентальпії. Завдання параметрів потоків живлення і потоків, що розриваються. Вибір параметрів збіжності для розрахунку схем із рециклами. Введення параметрів обладнання.</p>
15	<p>Тема 2.4. Математичне моделювання апаратів у ChemCAD.</p> <p>Введення параметрів обладнання. Теплообмінник. Модулі ректифікації. Модуль ректифікації TOWR.</p>
16	<p>Тема 2.4. (продовження)</p> <p>Модулі для моделювання хімічної реакції. Модуль Stoichiometric Reactor (SREA). Модуль Equilibrium Reactor (EREA). Модуль Kinetic Reactor (KREA) Модуль реактора періодичної дії BREACTION. Меню реактора періодичної дії. Модуль "Cont" (Контролер)</p>
17	<p>Тема 2.5. Математичне моделювання ХТС у ChemCAD.</p> <p>Моделювання технологічної схеми. Інтерактивний перегляд результатів. Перегляд результатів обчислення. Перегляд за допомогою меню Results (Результати). Перегляд результатів за допомогою меню Plot (Графік). Формування звіту.</p>
18	<p>Тема 2.5. (продовження)</p>

### Комп'ютерний практикум

Метою комп'ютерного практикуму є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти. Матеріал комп'ютерного практикуму спрямований на опанування прийомів роботи у сучасних програмних середовищах розрахунку хіміко-технологічних процесів та систем.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Методи розрахунку молекули. Частина 1	Вивчення основ роботи програмного продукту Hyper Chem. Використання стандартних молекул для вивчення основного функціоналу пакету.
3	Методи розрахунку молекули. Частина 2	Вивчення основ роботи програмного продукту NWChem Використання стандартних молекул для вивчення основного функціоналу пакету.
5	Оформлення та візуалізація розрахунків. Частина 1	Вивчення основних функцій пакету ChemBioOffice
7	Оформлення та візуалізація розрахунків. Частина 2	Вивчення основних функцій та процедур у програмі Vesta, Avogadro
9	Написання модульної контрольної роботи (частина 1)	
11	Структурний аналіз ХТС	Визначення послідовності розрахунку розімкнених хіміко-технологічних систем, оптимальної множини розірваних дуг ХТС
13	Розрахунок ХТС ітераційним методом	Реалізується ітераційний метод розрахунку хіміко-технологічних систем
15	Захист розрахункової роботи.	
17	Написання модульної контрольної роботи (частина 2)	

### Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт одержання досвіду розв'язання практичних задач хімічної технології шляхом розрахунку хіміко-технологічних процесів та систем із застосуванням програмних середовищ.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Програмні продукти для молекулярних розрахунків (частина 1)	Вивчення основного функціоналу програмного пакету Hyper Chem. Початок роботи. Основні функції та процедури
2	Програмні продукти для молекулярних розрахунків (частина 2)	Використання методів ММ для термодиначного моделювання молекул кристалів, наночасток

3	Програмні продукти для молекулярних розрахунків (частина 3)	Використання напівемпіричних методів для поглибленого розрахунку наночасток та кристалів
4	Програмні продукти для молекулярних розрахунків (частина 4)	Вивчення розрахункових моделей при розрахунку в вакуумі та у щільному середовищі ( Periodic BOX)
5	Програмні продукти для молекулярних розрахунків (частина 5)	Засвоєння основних прийомів роботи з пакетом NWChem. Умови логічних розрахунків
6	Програмні продукти для молекулярних розрахунків (частина 6)	Розрахунок молекул, кристалів, наноструктур з використанням різноманітних базисів 3G-6 ітд.
7	Оформлення та візуалізація розрахунків (частина 1)	Обробка та візуалізація отриманих на попередніх заняттях даних. Оцінка правильності виконання розрахунків. Захист роботи
8	Оформлення та візуалізація розрахунків (частина 2)	Використання пакету ChemBioOffice для оформлення результатів розрахунку
9	Оформлення та візуалізація розрахунків (частина 3)	Оформлення звіту з розрахунків та його захист
10	Автоматизований розрахунок матеріальних балансів ХТС (частина 1)	Досліджуються основні прийоми розрахунку матеріальних балансів підсистем хіміко-технологічних систем на прикладі абсорбційно-ректифікаційної схеми розділення, що використовується для виділення діоксиду вуглецю і сульфїду водню з післяреакційної суміші
11	Автоматизований розрахунок матеріальних балансів ХТС (частина 2)	Досліджуються основні прийоми розрахунку матеріальних балансів підсистем хіміко-технологічних систем на прикладі отримання оцтової кислоти окисненням етанолу (рис) у присутності біхромату натрію і сульфатної кислоти
12	Автоматизований розрахунок матеріальних балансів ХТС (частина 3)	Досліджуються основні прийоми складання рівнянь матеріального балансу для розрахунку матеріальних балансів підсистем хіміко-технологічних систем
13	Автоматизований розрахунок матеріальних балансів ХТС (частина 4)	Оформлення звіту з роботи та його захист
14	Моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD (частина 1)	Досліджуються основні прийоми моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD з метою придбати навички роботи з пакетом прикладних програм моделювання об'єктів хімічної технології ChemCAD, на прикладі схеми отримання сухого газу із заданою температурою точки роси, стабільного



		<i>газового конденсату. Створення нового файлу технологічної схеми. Вибір одиниць виміру.</i>
15	<i>Дослідження прийомів моделювання окремих апаратів у пакеті ChemCAD (частина 2)</i>	<i>Досліджуються основні прийоми моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD з метою придбати навички роботи з пакетом прикладних програм моделювання об'єктів хімічної технології ChemCAD, на прикладі схеми отримання сухого газу із заданою температурою точки роси, стабільного газового конденсату. Побудова технологічної схеми. Вибір компонентів системи</i>
16	<i>Дослідження прийомів моделювання окремих апаратів у пакеті ChemCAD (частина 3)</i>	<i>Досліджуються основні прийоми моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD з метою придбати навички роботи з пакетом прикладних програм моделювання об'єктів хімічної технології ChemCAD, на прикладі схеми отримання сухого газу із заданою температурою точки роси, стабільного газового конденсату. Дослідження модулів для моделювання процесів хімічного перетворення. Запуска процесу моделювання та аналіз результатів розрахунку</i>
17	<i>Дослідження прийомів моделювання хіміко-технологічних систем (частина 4)</i>	<i>Оформлення звіту з роботи та його захист</i>
18	<i>Підсумкове заняття</i>	<i>До відома здобувачів вищої освіти доводиться кількість балів, яку вони набрали протягом семестру. Здобувачі вищої освіти, які були не допущеними до семестрової атестації з кредитного модуля, мають усунути причини, що призвели до цього.</i>

## **6. Самостійна робота**

*Самостійна робота (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з лабораторних робіт, виконання розрахунково-графічної роботи, підготовка до захисту практичних завдань, модульної контрольної роботи та домашньої контрольної роботи, підготовка до заліку.*

*Розрахункова робота – важливий етап вивчення курсу, який покликаний перевірити можливості студента щодо практичного застосування набутих знань та навичок, можливості студента у самостійному розв'язанні поставлених перед ним задач. Мета та завдання розрахункової роботи полягають в поглибленні як теоретичних знань, так і навичок їх застосування для розв'язування поставленої задачі. В ході виконання розрахункової роботи студент розвиває придбані за період навчання навички користування довідковою та науково-технічною літературою, оформлення пояснювальної записки відповідно до державних стандартів.*

Специфіка викладання дисципліни здобувачам вищої освіти ОР Магістр ОНП полягає у тому, що академічна група є неповною, тому значна частина робіт виносяться на позааудиторне виконання.

Розрахункова робота виконується із використанням так званих програм-симуляторів. Нині доступна низка програмних пакетів, за допомогою яких можна здійснити моделювання хіміко-технологічних процесів і схем (від конструктивного розрахунку технологічних апаратів до моделювання динаміки технологічних процесів в них). Це, зокрема, Aspen Plus, спадкоємці пакету Hysprotech HYSYS: Aspen HYSYS і UniSim Design, а також пакети ChemCAD, Pro-II і ін.

Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт – у таблиці:

Планування часу самостійної роботи:

Вид роботи	Кількість годин СРС
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів моделей технологічних схем для проведення розрахунків під час комп'ютерного практикуму та лабораторних робіт, оформлення звітів	136
Виконання домашньої контрольної роботи	10
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4
<b>Разом</b>	<b>150</b>

## Політика та контроль

### 7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції, лабораторні роботи 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 кожній лекції лектор може проводити опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, тощо). Перед початком чергової теми лектор може пропонувати питання з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою, підвищення зацікавленості та залучення слухачів до розв'язання прикладів.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються здобувачі вищої освіти, які правильно виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

Правила призначення заохочувальних балів:

1. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
2. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з освітньої компоненти нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
3. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 5 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.
2. Семестровий контроль: залік.

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

1. Рейтинг з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали Семестровий рейтинг складається з балів, що здобувач вищої освіти отримує за:

- роботу з комп'ютерного практикуму;
- виконання і захисту лабораторних робіт;
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання і захисту домашньої контрольної роботи.

**2. Критерії нарахування балів:**

**2.1. Робота з комп'ютерного практикуму:**

Ваговий бал – 18 балів.

**2.2. Лабораторні роботи.**

Ваговий бал – 32 балів.

**2.3. Модульна контрольна робота.**

Ваговий бал – 12 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12,0 – 9,1 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 9,0 – 5,8 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5,7 – 5,4 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

**2.4. Домашня контрольна робота.**

Ваговий бал – 18 балів.

### **Форма семестрового контролю – екзамен**

Максимальна сума балів, яку здобувач вищої освіти може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = r_{\text{ПР}} + r_{\text{МКР}} + r_{\text{ДКР}} = 18 + 12 + 30 = 60 \text{ балів}$$

Умовою допуску до екзамену виконані та захищені лабораторні роботи, виконані завдання до практичних занять, семестровий рейтинг не менше 30 балів.

Екзамен містить дві складові: теоретичну та практичну. **Теоретична складова** направлена на перевірку набутих в результаті вивчення дисципліни знань студентів. Максимальна кількість балів за теоретичну частину складає 20 балів. **Практична складова** передбачає перевірку набутих студентами навичок в опанованому програмному забезпеченні. Максимальна кількість балів за практичну частину складає 20 балів.

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) здобувач вищої освіти отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,6 \cdot 20^1 = 12$  балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) здобувач вищої освіти отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,6 \cdot 40^2 = 24$  балів і зарахована домашня контрольна робота.

4. Відповідно до «Положення про організацію навчального процесу в НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх практичних та лабораторних робіт, МКР і ДКР, а також рейтинг не менше 30 балів.

Додаткові питання з тем пропущених лекцій отримують здобувачі вищої освіти, які без поважної причини були на них відсутні.

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 освітньої компоненти

Вимоги до оформлення домашньої контрольної роботи, перелік запитань до МКР, посилання на веб-ресурси з тем курсу наведені у Google Classroom освітньої компоненти (платформа Sikorsky-distance).

### Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

**Складено** викладачами кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології:

к.т.н. ст.викл. Кримцем Г.В.

к.т.н. доц. Шахновським А.М.

**Ухвалено** кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол №27 від 24.06.2024р.)<sup>3</sup>

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол №10 від 21.06.2024р.)

<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.

<sup>3</sup> Силабус спочатку погоджується метод. комісією, а потім Ухвалюється кафедрою.