



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра технології
неорганічних речовин,
водоочищення та загальної
хімічної технології

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ХІМІЧНОЇ ГАЛУЗІ

Робоча програма навчальної дисципліни (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>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити, 120 год. (Лекції 40 год., комп'ютерний практикум 20 год., СРС 60 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР/РР</i>
Розклад занять	<i>Лекція 4 години на тиждень (2 пари), комп'ютерний практикум 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Шахновський Аркадій Маркусович, AMShakhn@xtf.kpi.ua</i> Комп'ютерні практикуми: <i>к.т.н., доцент Шахновський Аркадій Маркусович, AMShakhn@xtf.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/</i>

Програма освітньої компоненти

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

Цифровізація надає хімічній промисловості інноваційні інструменти раціонального проектування та експлуатації підприємств. Вміння автоматизувати процес опрацювання даних в ході вирішення інженерних та наукових задач є однією з ключових компетенцій для бакалавра з хімічних технологій та інженерії. Прикладні програмні продукти як частина комп'ютерних технологій є важливим інструментом вирішення задач з хімічних технологій та інженерії. Використання комп'ютерних технологій значно скорочує час виконання низки задач, які виникають в ході професійної діяльності фахівця з хімічних технологій та інженерії.

Предмет освітньої компоненти: вивчення принципів і методів цифровізації хімічної галузі, сучасних програмних засобів, сервісів та технологій обробки й візуалізації хімічних даних.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти здатностей:

- Знати й використовувати обчислювальні моделі та цифрові інструменти для підтримки рішень у хімічній інженерії та підвищення ефективності технологічних процесів.
- Використовувати програмні пакети, прикладні програми та онлайн-сервіси для збору, опрацювання, аналізу та візуалізації хімічних і технологічних даних.

Після засвоєння вмісту освітньої компоненти здобувачі вищої освіти мають продемонструвати такі результати навчання. Програмні компетентності: ЗК 02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 03 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ФК 01 Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач. ФК 02 Здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції. ФК 06 Здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем в галузі хімічної інженерії. ФК 08 Здатність оформлювати технічну документацію, згідно з чинними вимогами. Програмні результати навчання: ПРН 03 Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості. ПРН 08 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. ПРН 13 Розуміння хімічної інженерії як складника сучасних науки і техніки, її місця у розвитку інженерії, української держави та загальносвітової культури. ПРН 16 Виконувати параметричний розрахунок масо- та теплообмінних апаратів та складати технологічні схеми і баланси технологій сучасного органічного синтезу.

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

Пререквізити: перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні здобувачеві вищої освіти для успішного засвоєння освітньої компоненти

Загальна та неорганічна хімія	Властивості сполук хімічних елементів, що найчастіше застосовуються у хімічній промисловості, властивості речовин, що становлять основу конструкційних матеріалів; що можуть утворюватися при певних умовах і впливати на стан матеріалів, на здоров'я людини, на стан навколишнього середовища.
Інформаційні технології	Базові принципи опрацювання та візуалізації інформації в програмних пакетах загального призначення, зокрема, електронних таблицях MS Excel.
Загальна хімічна технологія	Базові уявлення про основи хімічної термодинаміки та закони хімічної кінетики, про принципи структурної організації та типові функції і механізми роботи технологічних об'єктів хімічних виробництв;

Постреквізити освітньої компоненти: освітні компоненти (включаючи курсові та дипломні роботи і проекти), в рамках яких передбачено пошук, зберігання, комп'ютерну обробку (аналіз) інформації, виконання інженерних розрахунків та підготовку звітів.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Вступ до діджиталізації.

Тема 2. Комп'ютерне моделювання хіміко-технологічних процесів.

Тема 3. Принципи застосування штучного інтелекту та машинного навчання в хімічній галузі.

Тема 4. Візуалізація та інтерфейси: застосування в хімічній галузі

Тема 5. Поняття про цифрову безпеку в хімічній галузі

Тема 6. Організація обчислювальних робіт та опрацювання результатів експериментальних досліджень

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету, електронному кампусі КПІ та на сайті кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології та розміщені на електронному ресурсі ELAKPI. 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.

Базова:

1. Програмне забезпечення в хімічних технологіях: організація обчислювальних робіт [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. М. Шахновський, С. Г. Бондаренко, О. В. Сангінова. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,66 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 138 с.
2. Програмне забезпечення в хімічних технологіях: комп'ютерне моделювання хіміко-технологічних процесів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. М. Шахновський, О. О. Квітка. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,58 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 123 с.

Додаткова:

3. Програмне забезпечення в хімічних технологіях: хіміко-технологічні розрахунки з використанням пакету MathCAD [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. М. Шахновський, О. О. Квітка. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 112 с.
4. Основи обробки та візуалізації фізичних даних в програмному середовищі OriginPro 8: Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Д. В. Савченко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,61 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 111 с.
5. Математичні пакети та їх застосування. Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Л. М. Бугаєва, С. В. Плашихін. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,24 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 86 с.
6. *Introduction to Software for Chemical Engineers, Second Edition.* Ed. By Mariano Martín Martín. CRC Press, 2019. 802 p

Інформаційні ресурси:

7. Chemistry software. URL: <https://library.bath.ac.uk/chemical-engineering/essential-reading>
8. Top Computer/Software Skills For Chemical Engineers. URL: <https://www.theengineersperspectives.com/chemical-engineer-computer-skills/>
9. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Сікорський)

5. Методика опанування освітньої компоненти

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням здобувачами вищої освіти лабораторного (комп'ютерного) практикуму з розглядом 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, які розміщені на платформі платформа Сікорський [9]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	Тема 1. Вступ до діджиталізації. Що таке діджиталізація, цифрова трансформація, індустрія 4.0. Приклади діджиталізації у хімічній промисловості (BASF, Dow Chemical тощо). Smart factories, автоматизація, digital twin.
2	Тема 1 (продовження). Основи цифрових технологій. SCADA, DCS, MES, ERP – що це і як працює разом. Промисловий Інтернет речей (IIoT). Поняття про сенсори та збір даних (датчики, передача, зберігання).
3	Тема 1 (продовження). Обробка даних у хімічній інженерії. Хімічна метрологія та управління якістю на основі даних. Базові основи машинного навчання.
4	Тема 1 (продовження). Статистичний аналіз часових рядів (на прикладах даних моніторингу хіміко-технологічних систем).
5	Тема 2. Комп'ютерне моделювання хіміко-технологічних процесів. Статичне і динамічне моделювання. Пакети комп'ютерного моделювання хіміко-технологічних процесів: Aspen Plus, ChemCAD та ін.
6	Тема 2 (продовження). Моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD: випадок окремого апарату. Моделювання процесів хімічного перетворення, процесів масо- і теплообміну.
7	Тема 2 (продовження). Моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD: випадок технологічної схеми
8	Тема 2 (продовження). Цифрові двійники: поняття, переваги, приклади. Використання комп'ютерних моделей в контролі та оптимізації виробництва. Структура і функціональні можливості SCADA-систем.
9	Тема 3. Принципи застосування штучного інтелекту та машинного навчання в хімічній галузі. Застосування штучного інтелекту та машинного навчання до виявлення аномалій. Прогнозування виходу продукції, споживання енергії. Оптимізація рецептур і режимів.
10	Тема 4. Візуалізація та інтерфейси: застосування в хімічній галузі Dashboards, HMI. Інструменти: Power BI, Grafana.
11	Тема 5. Поняття про цифрову безпеку в хімічній галузі Кібербезпека SCADA-систем. Аудит даних та їх валідація
12	Тема 6. Організація обчислювальних робіт та опрацювання результатів експериментальних досліджень Електронні таблиці. Системи комп'ютерної алгебри. Пакет Origin.
13	Тема 6 (продовження). Візуалізація даних в електронних таблицях. Спеціальні засоби візуалізації даних.

14	Тема 6 (продовження). Організація умовних розрахунків. Реалізація методів матричної алгебри та матеріальні баланси в MS Excel. Наближення функцій засобами MS Excel. Розв'язання рівнянь засобами MS Excel. Поняття про вирішення задач оптимізації засобами MS Excel.
15	Тема 6 (продовження). Візуалізація даних в пакеті Origin. Наближення функцій засобами Origin. Поняття про опрацювання даних спектроскопії.
16	Тема 6 Організація обчислень у середовищі MathCAD. Головні елементи інтерфейсу MathCAD. Принципи обчислень у MathCAD. Деякі операції з матрицями у середовищі MathCAD. Виконання символьних алгебраїчних перетворень.
17	Тема 6 (продовження). Створення графіків у середовищі MathCAD. Розв'язання рівнянь у середовищі MathCAD.
18	Написання модульної контрольної роботи.
19	Захист розрахункової роботи.
20	Підсумкове заняття. 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.

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 одержання досвіду розв'язання практичних задач хімії і хімічної технології шляхом застосування алгоритмів реалізації розрахунків на основі сучасних програмних середовищ.

Номер практикуму	Тема	Опис запланованої роботи
1	Цифровізація опрацювання даних в хімічній галузі	Відповідно до отриманого завдання дослідити спеціальні засоби опрацювання даних в хімічній галузі. 1. Організація матричних розрахунків у MS Excel. Організація найпростіших балансових розрахунків у MS Excel.
2		2. Дослідження методів візуалізації даних у MS Excel.
3		3. Дослідження спеціальних засобів організації розрахунків з використанням надбудов MS Excel
4		4. Дослідження базових прийомів роботи з програмою Origin.
5		5. Дослідження базових прийомів побудови 2D графіків в програмі Origin.
6		6. Дослідження базових прийомів побудови 3D графіків в програмі Origin. Дослідження методів організації розрахунків в програмі Origin: апроксимація даних.
7		7. Аналіз та обробка графічних даних в програмі Origin. Аналіз піків кривих в програмі Origin.
8	Моделювання об'єктів хімічної технології з використ	Відповідно до отриманого індивідуального завдання вивчити загальні принципи моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD. 1. Дослідження базових прийомів роботи з програмою ChemCAD.
9		2. Дослідження прийомів налаштування комп'ютерних моделей в програмі ChemCAD.

10	анням пакету прикладних програм ChemCAD	3. Дослідження процесу комп'ютерного моделювання та аналізу результатів розрахунків у програмі ChemCAD.
----	---	---

6. Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання (за вказівкою викладача) попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів, виконання розрахункової роботи, підготовку до захисту результатів практикуму, модульної контрольної роботи та розрахункової роботи. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид самостійної роботи	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	40 годин
Виконання розрахункової роботи	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4 години
Підготовка до заліку	6 годин
Разом	60 годин

8. Індивідуальні завдання

Для більш ґрунтовного опанування програмного матеріалу освітньої компоненти здобувач вищої освіти одержує індивідуальне завдання на розрахункову роботу за темою: Комп'ютерні розрахунки. Ціллю індивідуального завдання є стимулювання здобувачів вищої освіти до самостійного осмислення теоретичного і фактичного матеріалу, самостійного виконання матеріальних, теплових і конструктивних розрахунків, вдосконалення вміння пошуку та аналізу інформації з програмного матеріалу (в т. ч. з використанням мережі Internet) і творчого, продуктивного, обґрунтованого рішення індивідуального завдання, що максимально наближена до реальних виробничих проблем.

— Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

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. Відвідування лекцій та комп'ютерних практикумів є обов'язковим (за винятком форс-мажорних обставин, спеціально оговорених статутними документами КПІ ім. Ігоря Сікорського).

На початку кожної лекції лектор може проводити опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, тощо). Перед початком чергової

теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою, підвищення зацікавленості та залучення слухачів до розв'язання прикладів.

Правила захисту комп'ютерних практикумів та розрахункової роботи:

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 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 лекціях, оцінка рівня виконання завдань комп'ютерного практикуму і МКР, захист РР.
2. Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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

- роботу з комп'ютерного практикуму (10 тем занять);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахункової роботи (РР).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота з комп'ютерного практикуму:

Ваговий бал – **68 балів**.

№	Комп'ютерний практикум	Максимальний бал		
		виконання	оформлення	захист
1	Комп'ютерний практикум № 1	28	7	7
2	Комп'ютерний практикум № 2	12	7	7
Разом за видами робіт		40	14	14
Разом:		68		

Складові частини оцінки за практикум:

Підготовка до роботи:

якісна підготовка, акуратно оформлений повний протокол – 100%;

наявність незначних недоліків у оформленні протоколу роботи (неповний протокол, але не менше 90% інформації) – 75%;
наявність суттєвих недоліків у оформленні протоколу роботи (неповний протокол, наявність недороблених завдань) – 60%;
протокол не відповідає вимогам або відсутній - 0 %;

Виконання роботи:

робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 100%;
робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має неprincipові неточності – 75%;
робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – 60%;
робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи - 0 %.

Якість захисту практикуму (за наявності):

студент вірно і повністю виконав всі надані до захисту завдання (відповів на запитання) – 100%;
студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але припустився несуттєвих неточностей – 75%;
студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив ряд суттєвих неточностей – 60%;
студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності або не виконав взагалі - 0 %.

2.2. Модульний контроль.

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

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12 – 10,1 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 10,0 – 6,8 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6,7 – 5,4 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.3. Розрахункова робота.

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

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 23– 20 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 19,9 – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 11,9 – 9,6 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 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 $0,5 \cdot 21^1 = 10$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) здобувач вищої освіти отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 42^2 = 21$ балу і зарахована розрахункова робота.

¹ Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

² Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

4. Відповідно до «Положення про організацію навчального процесу в НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», необхідною умовою допуску заліку є зарахування всіх практикумів, а також МКР і РР. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Здобувачі вищої освіти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому бали за залікову контрольну роботу є остаточними (попередні бали скасовано). Завдання залікової контрольної роботи складається з чотирьох питань різних тем робочої програми. Додаткові питання з тем пропущених лекцій отримують здобувачі вищої освіти, які без поважної причини були на них відсутні. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на 4 бали.

Кожне питання залікової контрольної роботи оцінюється у 25 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 25–22,5 бал;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 22,4–18,8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18,7–15 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума балів за кожне з чотирьох запитань залікової контрольної роботи переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею 1.

Таблиця 1.

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не зараховано розрахункову роботу, або є не зараховані практичні роботи, або $r_c < 60$	Не допущено

Максимальна сума балів, яку здобувач вищої освіти може набрати протягом семестру, складає 100 балів:

$$RC = r_{пр} + r_{мкр} + r_{рр} = 65 + 12 + 23 = 100 \text{ балів}$$

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 розрахункової роботи, перелік запитань до МКР, посилання на веб-ресурси з тем курсу наведені у дистанційному курсі (платформа Сікорський).

Типові питання до заліку:

1. Що таке діджиталізація, цифрова трансформація, індустрія 4.0?
2. Приклади діджиталізації у хімічній промисловості (BASF, Dow Chemical тощо).
3. Smart factories, автоматизація, digital twins.

4. Основи цифрових технологій. SCADA, DCS, MES, ERP.
5. Промисловий Інтернет речей (IIoT).
6. Поняття про сенсори та збір даних (датчики, передача, зберігання).
7. Обробка даних у хімічній інженерії.
8. Хімічна метрологія та управління якістю на основі даних.
9. Базові основи машинного навчання.
10. Статистичний аналіз часових рядів (показати на прикладах даних моніторингу хіміко-технологічних систем).
11. Комп'ютерне моделювання хіміко-технологічних процесів: статичне і динамічне моделювання. Пакети комп'ютерного моделювання хіміко-технологічних процесів (пояснити функції на прикладі Aspen Plus, ChemCAD тощо).
12. Моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD: випадок окремого апарату.
13. Моделювання процесів хімічного перетворення, процесів масо- і теплообміну.
14. Моделювання об'єктів хімічної технології з використанням пакету прикладних програм ChemCAD: випадок технологічної схеми
15. Цифрові двійники: поняття, переваги, приклади.
16. Використання комп'ютерних моделей в контролі та оптимізації виробництва (показати на прикладах хіміко-технологічних процесів).
17. Структура і функціональні можливості SCADA-систем (показати на прикладах хіміко-технологічних процесів).
18. Принципи застосування штучного інтелекту та машинного навчання в хімічній галузі (показати на прикладах хіміко-технологічних процесів - виявлення аномалій, прогнозування виходу продукції, споживання енергії, оптимізації рецептур і режимів тощо).
19. Візуалізація та інтерфейси: застосування в хімічній галузі (показати на прикладах хіміко-технологічних процесів).
20. Поняття про цифрову безпеку в хімічній галузі (пояснити на прикладах виробничих процесів).
21. Кібербезпека SCADA-систем. Аудит даних та їх валідація (пояснити на прикладах виробничих процесів).
22. Практичні завдання: організація обчислювальних робіт та опрацювання результатів експериментальних досліджень:
 - візуалізація даних в електронних таблицях. Спеціальні засоби візуалізації даних.
 - організація умовних розрахунків.
 - реалізація методів матричної алгебри та матеріальні баланси в MS Excel. Наближення функцій засобами MS Excel.
 - розв'язання рівнянь засобами MS Excel.
 - вирішення задач оптимізації засобами MS Excel.
 - візуалізація даних в пакеті Origin.
 - наближення функцій засобами Origin.
 - опрацювання результатів спектроскопії.
 - операції з матрицями у середовищі MathCAD.
 - виконання символьних алгебраїчних перетворень у середовищі MathCAD.
 - створення графіків у середовищі MathCAD.
 - розв'язання рівнянь у середовищі MathCAD.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено доцентом кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології:

к.т.н. доц. Шахновським А.М.

Ухвалено кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол №26 від 30.06.2025 р.)³

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 26.06.2025 року)

³ Силабус спочатку погоджується метод. комісією, а потім Ухвалюється кафедрою.