



# Методи прикладної математики для рішення інженерних задач хімічної технології

## Робоча програма освітньої компоненти (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>Для всіх освітніх програм спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), комп'ютерний практикум 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на <a href="http://rozklad.kpi.ua">rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Сангінова Ольга Вікторівна, <a href="mailto:sanginova.olga@iill.kpi.ua">sanginova.olga@iill.kpi.ua</a>, телеграм: @OlhaSan</i> Комп'ютерні практикуми: <i>к.т.н., доцент Бондаренко Сергій Григорович, <a href="mailto:bondarenko.serhii@iill.kpi.ua">bondarenko.serhii@iill.kpi.ua</a> к.т.н., доцент Сангінова Ольга Вікторівна, <a href="mailto:sanginova.olga@iill.kpi.ua">sanginova.olga@iill.kpi.ua</a>, к.т.н., доцент Шахновський Аркадій Маркусович, <a href="mailto:shakhnovsky.arcady@iill.kpi.ua">shakhnovsky.arcady@iill.kpi.ua</a></i>

### Програма освітньої компоненти

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

*Дослідження хімічних явищ та процесів, вирішення інженерних задач хімічної технології нерозривно пов'язані з проведенням серій вимірювань, обробленням та аналізом результатів експериментів, визначенням похибок спостережень та вимірювань, математичним описом досліджуваних явищ. Вміння проводити первинну статистичну обробку експериментальних даних, оволодіння методиками перевірки та прийняття статистичних гіпотез, знання наближених методів розв'язування звичайних диференціальних рівнянь є базовими для бакалаврів з хімічних технологій та інженерії. Методи прикладної математики та математичної статистики є основним інструментом вирішення складних спеціалізованих задач хімічних технологій та інженерії.*

***Предмет освітньої компоненти:** методи прикладної математики, що застосовуються для складних спеціалізованих задач хімічних технологій та інженерії.*

***Метою** освітньої компоненти є формування у студентів здатностей:*

- застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- використовувати положення і методи фундаментальних та прикладних наук для вирішення професійних задач в хімічній технології;
- здатність використовувати професійно профільовані знання в галузі прикладної математики (математичної статистики) для статистичної обробки експериментальних даних і математичного опису хімічних і хіміко-технологічних процесів;
- обчислювальну техніку та інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у хімічних технологіях та інженерії.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

Використовувати сучасні обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії.

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

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

Вища математика	Диференціальні рівняння першого порядку, основні означення, задача Коші. Типи диференціальних рівнянь першого порядку. Системи диференціальних рівнянь. Теорія границь. Функції багатьох змінних.
Фізика	Похибки вимірювань
Інформаційні технології	Принципи обробки інформації в математичних пакетах та програмних пакетах загального призначення – MS Excel. Основи алгоритмізації. Робота з сучасними програмними продуктами: VBA/ Mathcad

Освітньої компоненти, які базуються на результатах навчання: освітньої компоненти циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачена обробка та аналіз результатів експериментальних досліджень, оцінка похибок при виконанні інженерних розрахунків та застосування наближених методів для вирішення практичних занять.

## **3. Зміст освітньої компоненти**

Предмет вивчення і задачі освітньої компоненти.

Тема 1. Основні поняття та правила теорії ймовірностей.

Подія, види подій. Ймовірність події, її класичне визначення. Відносна частота. Статистична ймовірність. Умовна ймовірність. Формули повної ймовірності та Бейєса.

Види випадкових величин. Способи задання випадкових величин: ряд розподілу, функція розподілу, її властивості, ймовірносний смисл; щільність розподілу випадкових величин, її властивості, ймовірносний зміст.

Числові характеристики випадкових величин. Характеристики положення: математичне сподівання, його властивості; мода, медіана. Характеристики розсіяння значень випадкової величини: дисперсія, середнє квадратичне відхилення, їх властивості.

Закони розподілу дискретних випадкових величин: біноміальний розподіл, розподіл Пуасона. Закони розподілу неперервних випадкових величин: показниковий, рівномірний, нормальний.

## Тема 2. Основи математичної статистики.

Поняття статистичного розподілу, його графічне зображення. Емпірична функція, її властивості, графічне зображення, значення для практики. Вибіркова та генеральні середні. Групова та загальні середні, дисперсії. Групова, внутрішньогрупова та міжгрупова дисперсії. Генеральне та вибіркове стандартне відхилення. Характеристики варіаційного ряду: мода, медіана, розмах варіювання, середнє абсолютне відхилення, коефіцієнт варіації. Поняття про статистичні оцінки параметрів розподілу, їх властивості. Точкові та інтервальні статистичні оцінки.

Задачі теорії кореляції. Статистична та кореляційна залежність. Лінійна кореляція. Відшукання параметрів вибіркового рівняння прямої лінії середньоквадратичної регресії за незгрупованими даними. Відшукання параметрів вибіркового рівняння прямої лінії середньоквадратичної регресії за згрупованими даними. Вибірковий коефіцієнт кореляції, методика його обчислення. Вибіркове кореляційне відношення, його властивості. Найпростіші випадки криволінійної кореляції. Поняття по множинну кореляцію.

Статистична перевірка статистичних гіпотез: основні поняття та означення. Загальна схема перевірки статистичних гіпотез. Статистична перевірка статистичних гіпотез про однорідність дисперсій нормальних генеральних сукупностей. Статистична перевірка статистичних гіпотез про нормальний розподіл генеральної сукупності, критерій узгодження Пірсона.

## Тема 3. Основні елементи теорії похибок.

Джерела виникнення похибок. Похибки вимірювань. Округлення результатів вимірювань. Значущі, вірні і сумнівні цифри числа. Класифікація похибок. Абсолютна та відносна похибка. Зв'язок між числом вірних цифр та похибкою наближеного числа. Похибки при обчисленні функції декількох змінних (суми та різниці, добутку та частки степеня). Систематичні та випадкові похибки. Промахи.

Обробка результатів прямих вимірювань з багаторазовими спостереженнями. Обробка результатів прямих одноразових вимірювань з точним та наближеним оцінюванням похибки. Непрямі та сумісні вимірювання.

## Тема 4. Методи наближення функцій.

Задача апроксимації. Постановка задачі. Метод найменших квадратів. Лінійна апроксимація за методом найменших квадратів. Квадратична апроксимація за методом найменших квадратів. Приклади розрахунків. Приклади технологічних розрахунків з використанням метода найменших квадратів. Апроксимація за методом найменших квадратів з використанням емпіричних залежностей (показникової, степеневої та інших функцій), метод вирівнювання. Вибір виду емпіричної формули. Визначення параметрів емпіричної формули. Приклади алгоритмів. Приклади технологічних розрахунків з використанням метода апроксимації для показникових, степеневих, логарифмічних та інших функцій.

Методи інтерполяції функцій. Постановка задачі інтерполяції. Інтерполяційна формула Лагранжа. Оцінювання похибки формули Лагранжа. Алгоритм розрахунку за методом Лагранжа. Приклади розрахунків. Зворотна інтерполяція за допомогою інтерполяційної формули Лагранжа. Приклади. Приклади технологічних розрахунків з використанням формули Лагранжа. Поняття скінченних різниць. Зв'язок скінченних різниць із похідними. Інтерполяційні формули Ньютона для рівновіддалених вузлів інтерполяції (інтерполювання "вперед" та інтерполювання "назад"). Оцінювання похибки для формул Ньютона. Приклади алгоритмів та розрахунків. Зворотна інтерполяція за допомогою інтерполяційних формул Ньютона. Приклади. Приклади технологічних розрахунків з використанням формул Ньютона.

*Тема 5. Наближений розв'язок звичайних диференціальних рівнянь та їх систем.*

*Числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь та їх систем: Постановка задачі розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. Наближений розв'язок диференціальних рівнянь. Метод Ейлера та його модифікації. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунків.*

*Метод Рунге-Кутта. Розв'язок систем звичайних диференціальних рівнянь методами Ейлера та Рунге-Кутта. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунків. Порівняльна оцінка похибок методів.*

*Крайові задач для звичайних диференціальних рівнянь. Лінійні крайові задачі та їх зв'язок із задачами Коші. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку; варіанти постановки крайової задачі. Чисельне розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку: методи скінченних різниць та прогонки. Диференціальні рівняння у частинних похідних та їх класифікацію. Метод сіток.*

#### **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 практичних заняттях.*

##### **Базова:**

- 1. Брановицька С.В., Медведєв Р.Б., Фіалков Ю.Я. Обчислювальна математика та програмування. Обчислювальна математика в хімії і хімічній технології: Підручник. – К.: ІВЦ "Видавництво Політехніка", ТОВ "Фірма "Періодика"", 2004. – 220 с.*
- 2. Маринець В.В., Рего В.Л., Маринець К.В. Теорія крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь: Навчальний посібник. – Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2013. – 196 с.*

##### **Додаткова**

- 3. Обчислювальна математика та програмування: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з кредитного модуля «Чисельні методи» освітньої компоненти «Обчислювальна математика та програмування» для студентів хіміко-технологічного факультету напряму 6.051301 «Хімічна технологія»/ Автори: Бондаренко С.Г., Сангінова О.В. Брановицька С.В. – К.: НТУУ "КПІ", 2012.–112 с.*
- 4. Обчислювальна математика та програмування: методичні вказівки і завдання до виконання розрахунково-графічної роботи та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» / Автори: С.Г. Бондаренко, С.В. Брановицька, О.В. Сангінова – К.: НТУУ "КПІ", 2013.– 67с. (Рекомендовано Вченою радою ХТФ, Протокол №4 від 27 травня 2013 р.)*
- 5. Обчислювальна математика та програмування: методичні вказівки і завдання до практичних занять та самостійної роботи студентів з кредитного модуля Чисельні методи освітньої компоненти Обчислювальна математика та програмування для студентів хіміко-технологічного факультету напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія». / Автори: С.Г. Бондаренко, С.В. Брановицька, О. В. Сангінова – К.: НТУУ "КПІ", 2014.– 77 с. (Рекомендовано Вченою радою ХТФ, протокол № 5 від 26 травня 2014 р.)*
- 6. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. К.: Видавн. гр. BHV, 2006. – 480 с.*



7. Математическая обработка экспериментальных данных. Пособие для студентов химико-технологического факультета. / С.В.Брановицкая, С.Г.Бондаренко, А.А.Квитка, Р.Б.Медведев, А.И.Ткачук. – К.: НТУУ “КПИ”, 1997. – 76 с.

### Інформаційні ресурси

8. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: за запрошенням викладача (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance).

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування освітньої компоненти (освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: 1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод); 2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», «аналіз ситуацій», навчальні дебати, проектна технологія.); 3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, підтримки навчальних занять, розробка і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (інтернет-форум, інтернет-семінар).

#### Лекційні заняття

При змішаному навчанні для проведення лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	Тема 1 – Основні поняття та правила теорії ймовірностей: Подія, види подій. Ймовірність події, її класичне визначення. Відносна частота. Статистична ймовірність. Правило додавання ймовірностей сумісних та несумісних подій. Умовна ймовірність. Правило множення ймовірностей залежних і незалежних подій. Формули повної ймовірності та Байєса. Види випадкових величин. Способи задання випадкових величин: ряд розподілу, функція розподілу, її властивості, ймовірносний зміст; щільність розподілу випадкових величин, її властивості, ймовірносний зміст. Приклади для хіміко-технологічних величин.
2	Продовження теми 1 Характеристики положення: математичне сподівання, його властивості; мода, медіана. Характеристики розсіяння значень випадкової величини: дисперсія, середнє квадратичне відхилення, їх властивості. Поняття про моменти розподілу.
3	Продовження теми 1: Закони розподілу дискретних випадкових величин: біноміальний розподіл, розподіл Пуасона. Закони розподілу неперервних випадкових величин: рівномірний, нормальний. Асиметрія та ексцес. Показниковий розподіл, його числові характеристики, функція та показниковий закон надійності, його характеристична властивість.
4	Тема 2 – Основи математичної статистики: Емпірична функція, її властивості, графічне зображення, значення для практики. Вибіркова та генеральні середні. Групова та загальні середні, дисперсії. Групова, внутрішньогрупова та міжгрупова дисперсії. Генеральне та вибіркове середньоквадратичне відхилення. Характеристики варіаційного ряду: мода,

	<i>медіана, розмах варіювання, середнє абсолютне відхилення, коефіцієнт варіації. Приклади для хіміко-технологічних величин.</i>
5	<i>Продовження теми 2: Задачі теорії кореляції. Статистична та кореляційна залежність. Лінійна кореляція. Відшукування параметрів вибіркового рівняння прямої лінії середньоквадратичної регресії за незгрупованими даними. Відшукування параметрів вибіркового рівняння прямої лінії середньоквадратичної регресії за згрупованими даними.</i>
6	<i>Продовження теми 2: Вибірковий коефіцієнт кореляції, методика його обчислення. Вибіркове кореляційне відношення, його властивості. Найпростіші випадки криволінійної кореляції. Поняття по множинну кореляцію. Приклади розрахунку з хіміко-технологічної практики.</i>
7	<i>Продовження теми 2: Загальна схема перевірки статистичних гіпотез. Статистична перевірка статистичних гіпотез про однорідність дисперсій нормальних генеральних сукупностей. Статистична перевірка статистичних гіпотез про нормальний розподіл генеральної сукупності, критерій узгодження Пірсона. Рангова кореляція, вибіркового коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, перевірка гіпотези про його значущість. Порівняння середніх (різні випадки).</i>
8	<i>Тема 3 - Основні елементи теорії похибок: Джерела виникнення похибок. Похибки вимірювань. Округлення результатів вимірювань. Значущі, вірні і сумнівні цифри числа. Класифікація похибок. Абсолютна та відносна похибка. Зв'язок між числом вірних цифр та похибкою наближеного числа. Похибки при обчисленні функції декількох змінних (суми та різниці, добутку та частки степеня). Систематичні та випадкові похибки. Промахи. Обробка результатів прямих вимірювань з багаторазовими спостереженнями. Обробка результатів прямих одноразових вимірювань з точним та наближеним оцінюванням похибки. Непрямі вимірювання.</i>
9	<i>Тема 4 – Чисельні методи наближення функцій: Задача апроксимації. Постановка задачі. Метод найменших квадратів. Лінійна апроксимація за методом найменших квадратів. Квадратична апроксимація за методом найменших квадратів. Приклади розрахунків. Приклади алгоритмів.</i>
10	<i>Продовження теми 4: Апроксимація за методом найменших квадратів з використанням емпіричних залежностей (показникової, ступеневої та інших функцій), метод вирівнювання. Вибір виду емпіричної формули. Визначення параметрів емпіричної формули. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунків.</i>
11	<i>Продовження теми 4: Методи інтерполяції функцій. Постановка задачі інтерполяції. Інтерполяційна формула Лагранжа. Оцінювання похибки формули Лагранжа. Алгоритм розрахунку за методом Лагранжа. Приклади розрахунків. Зворотна інтерполяція за допомогою інтерполяційної формули Лагранжа. Приклади.</i>
12	<i>Продовження теми 4: Поняття скінченних різниць. Зв'язок скінченних різниць із похідними. Інтерполяційні формули Ньютона для рівновіддалених вузлів інтерполяції (інтерполювання "вперед" та інтерполювання "назад"). Оцінювання похибки для формул Ньютона. Приклади алгоритмів та розрахунків.</i>
13	<i>Продовження теми 4: Зворотна інтерполяція за допомогою інтерполяційних формул Ньютона. Приклади.</i>
14	<i>Тема 5 – Наближений розв'язок звичайних диференціальних рівнянь та їх систем: Постановка задачі розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. Наближений розв'язок диференціальних рівнянь. Метод Ейлера та його модифікації. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунку з хіміко-технологічної практики.</i>

15	<i>Продовження теми 5: Метод Рунге-Кутта. Розв'язок систем звичайних диференціальних рівнянь методами Ейлера та Рунге-Кутта. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунків. Порівняльна оцінка похибок методів.</i>
16	<i>Продовження теми 5: Крайові задач для звичайних диференціальних рівнянь. Лінійні крайові задачі та їх зв'язок із задачами Коші. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку; варіанти постановки крайової задачі.</i>
17	<i>Продовження теми 5: Чисельне розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку: методи скінченних різниць та прогонки. Приклади алгоритмів. Приклади розрахунків. Диференціальні рівняння у частинних похідних та їх класифікацію. Метод сіток. Приклади розрахунку з хіміко-технологічної практики.</i>
18	<i>Підсумкове заняття: До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали протягом семестру. Студенти, які були не допущеними до семестрової атестації з кредитного модуля, мають усунути причини, що призвели до цього.</i>

### *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 «Методи прикладної математики для рішення інженерних задач хімічної технології». Матеріал комп'ютерного практикуму спрямований на одержання досвіду розв'язання практичних задач хімічної технології шляхом використання методів прикладної математики та методів статистичної обробки даних, в тому числі і з застосуванням програмних середовищ (MS Excel, VBA).*

<b>Тиждень</b>	<b>Тема практикуму</b>	<b>Опис запланованої роботи</b>
1	<i>Розподілення та гістограми</i>	<i>Набуття досвіду із систематизації статистичного матеріалу. Розрахунки проводити у MS Excel<sup>1</sup>. Наприкінці заняття продемонструвати результати роботи викладачу.</i>
2		<i>Захист роботи</i>
3	<i>Статистична обробка експериментальних даних</i>	<i>Розрахунок числових характеристик статистичного розподілу. Розрахунки проводити у MS Excel. Наприкінці заняття продемонструвати результати роботи викладачу.</i>
4		<i>Захист роботи</i>
5	<i>Кореляційний аналіз</i>	<i>Повести кореляційний аналіз статистичних даних для оцінювання тісноти зв'язку між декількома змінними; побудувати діаграми розсіювання. Розрахунки проводити у MS Excel. Наприкінці заняття продемонструвати результати роботи викладачу.</i>
6		<i>Захист роботи</i>

<sup>1</sup> За необхідності скласти програму для систематизації даних за мнемонічним правилом 4M

<b>Тиждень</b>	<b>Тема практикуму</b>	<b>Опис запланованої роботи</b>
7	Основні елементи теорії похибок	Відповідно до отриманого індивідуального завдання виконати дії над наближеними числами. Розрахунки проводити у MS Excel. Наприкінці заняття продемонструвати розрахунки викладачу.  Захист роботи
8	Наближення функцій. Апроксимація за МНК	За методом найменших квадратів знайти апроксимуючу функцію заданого вигляду для експериментальних даних, які наведені у відповідних в таблицях. Скласти програму для обчислення коефіцієнтів шуканої функції. Наприкінці заняття продемонструвати розрахунки і роботу програми викладачу.
9		Захист роботи
10	Наближення функцій. Інтерполяція	Відповідно до отриманого індивідуального завдання виконати інтерполяцію й зворотну інтерполяцію таблично заданої функції з використанням інтерполяційної формули Лагранжа. Скласти програму для обчислення значень функції. Адаптувати програму для вирішення задачі зворотної інтерполяції Наприкінці заняття продемонструвати розрахунки і роботу програми викладачу.
11		Відповідно до отриманого індивідуального завдання виконати інтерполяцію таблично заданої функції з використанням відповідної інтерполяційної формули Ньютона. Скласти програму для обчислення значень функції. Наприкінці заняття продемонструвати розрахунки і роботу програми викладачу.
12		Захист роботи
13	Чисельні методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь та їх систем	Відповідно до отриманого індивідуального завдання отримати чисельне рішення диференційного рівняння. Скласти програму, що реалізує алгоритм методу Ейлера. Розв'язати диференціальне рівняння методом Рунге-Кутта. Наприкінці заняття продемонструвати розрахунки і роботу програми викладачу.
14	Захист розрахункової роботи	
15	Чисельні методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь та їх систем (продовження)	Наближений розв'язок систем диференціальних рівнянь. Скласти програму, що реалізує алгоритм заданого викладачем метода. Наприкінці заняття продемонструвати розрахунки і роботу програми викладачу.
16		Захист роботи
17	Написання модульної контрольної роботи	



<i>Тиждень</i>	<i>Тема практикуму</i>	<i>Опис запланованої роботи</i>
18	Підсумкове заняття	Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують письмову залікову контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною.

## 6. Самостійна робота студента

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

<i>Вид CPC</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів</i>	<i>2 – 3 години на тиждень</i>
<i>Виконання розрахункової роботи</i>	<i>10 годин</i>
<i>Підготовка до захисту розрахункової роботи</i>	<i>4 години</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>4 години</i>

## Політика та контроль

### 7. Політика освітньої компоненти (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та комп'ютерні практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, комп'ютерні практикуми – у комп'ютерних класах. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та комп'ютерних практикумів є обов'язковим<sup>1</sup>.

На початку кожної лекції лектор може проводити опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot 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 студенти, які правильно виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід виправити).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання із захисту викладачем виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

<sup>1</sup> У випадку оголошення тривоги рекомендується залишати заняття та рухатись до найближчого укриття

### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів<sup>1</sup>:

1. Несвоєчасне виконання комп'ютерного практикуму без поважної причини штрафуються штрафуються 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 5 балів);
4. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з освітньої компоненти нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів<sup>2</sup>;
5. За виконання розрахункової роботи з випередженням графіку нараховується 1 бал за кожний тиждень ((але не більше 5 балів);
6. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

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

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

1. Поточний контроль: опитування на комп'ютерних практикумах, МКР, захист РР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік.

### **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:

- роботу з комп'ютерного практикуму (7 тем занять);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахункової роботи (РР).

## **2. Критерії нарахування балів:**

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

- бездоганна робота – 9 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 8 балів;
- є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 6 балів.

Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

Оцінка за комп'ютерний практикум складається з балів за виконання та за захист, які оцінюються наступним чином:

### **Виконання роботи:**

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – **5 балів**;
- робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має не принципові неточності – 4 бали;

<sup>1</sup> За несвоєчасне виконання робіт через тривогу бали не знижуються

<sup>2</sup> Рішення про можливість надання такого завдання приймає лектор з урахуванням поточної успішності студента

- робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – 3 бали;
- робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – 0 балів.

#### **Якість захисту роботи:**

- студент вірно і повністю виконав всі надані до захисту завдання (відповів на запитання) – **4 бали**;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 3 бали;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив ряд суттєвих неточностей – 2 бали;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності – 0 балів.

#### **2.2. Модульний контроль.**

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

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

#### **2.3. Розрахункова робота.**

Ваговий бал – **25 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 23 – 25 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 20 – 22 бали;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 17 – 19 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

Оцінка за РР має 3 складові. Перша характеризує якість пояснювальної записки, друга – якість виконання роботи; третя складова характеризує якість захисту студентом роботи (ступінь володіння матеріалом, аргументованість рішень, уміння захищати свою думку). Захист РР відбувається на 14 тижні; робота подається на перевірку не пізніше, ніж за тиждень до захисту.

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) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 36^1 = 18$  балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 63^2 = 32$  бали і зарахована розрахункова робота.

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

$$RC = r_{po} + r_{mkr} + r_{pp} = 63 + 12 + 25 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання заліку з кредитного модуля потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, захистити всі комп'ютерні практикуми, написати МКР та захистити РР. Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують письмову залікову контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Оцінка у такому випадку формується наступним чином: до оцінки, яку студент отримав за РР та МКР, додається оцінка за залікову роботу<sup>3</sup>. Завдання контрольної роботи складається з 6-8 задач різної складності. Максимальна кількість балів за залікову контрольну роботу – 63.

Кожне питання контрольної роботи оцінюється у 5-10 балів відповідно до системи оцінювання:

<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> Бали за активну роботу на лекції та практичні роботи анулюються.

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації);
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) ;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

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 (освітнього компонента)

- Вимоги до оформлення розрахункової роботи, перелік запитань до МКР та залікової контрольної роботи наведені у Google Classroom «Методи прикладної математики для рішення інженерних задач хімічної технології» (платформа Sikorsky-distance).

### Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

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

к.т.н. доц. Бондаренко С.Г.

к.т.н. доц. Сангіною О.В.

к.т.н. доц. Шахновським А.М.

Ухвалено кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол № 22 від 29.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2022 р.)