



# Корозійно-екологічний моніторинг повітряного і водного середовищ Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

## Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Третій (доктор філософії)</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>очна (денна, вечірня)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекції 2 години на тиждень (1 пара); лабораторні заняття 4 години на тиждень (2 пари)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент Васильєв Георгій Степанович, g.vasyliiev@kpi.ua, Telegram @georgii_vasyliiev Лабораторні: к.т.н., доцент Васильєв Георгій Степанович, g.vasyliiev@kpi.ua, Telegram @georgii_vasyliiev</i>
Розміщення курсу	<i>Електронний кампус</i>

## Програма освітньої компоненти

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

*Викладання здобувачам вищої освіти рівня PhD (з.в.о.) освітньої компоненти «Корозійно-екологічний моніторинг повітряного і водного середовищ» обумовлений сучасними викликами в сферах захисту довкілля та середовища існування людей. Стрімке зростання промислового виробництва, використання видобувних видів палива, відсутність переробки відходів зумовлює щорічне погіршення стану навколишнього середовища та потребує концентрації сучасних методів дослідження та моніторингу за станом атмосфери, гідросфери та технологічних середовищ.*

*Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів загальних компетентностей:*

*– здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-01);*

*– здатність слідувати етичним і правовим нормам у професійній діяльності (ЗК-04).*

*Фахових компетентностей спеціальності:*

*– здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у хімічній технології та інженерія та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної та біоінженерії (ФК-1);*

*– здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми в сфері хімічних процесів та апаратів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень. (ФК-3);*

– застосовувати набуту компетентність в практичній роботі і науковопедагогічній діяльності (ФК-5).

Здобувачі вищої освіти рівня PhD після засвоєння освітньої компоненти «Корозійно-екологічний моніторинг повітряного і водного середовищ» мають продемонструвати знання:

- Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технології та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій (ПРН 01);
- Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з хімічних технологій та інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (ПРН 03);
- Глибоко розуміти загальні принципи та методи хімічних технологій та інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері хімічних процесів та апаратів та у викладацькій практиці (ПРН 04).

зокрема знання:

- Методів моніторингу стану атмосфери
- Сучасних електрохімічних систем для моніторингу стану повітря
- Методів контролю стану гідросфери
- Методів корозійного моніторингу
- Методів дистанційного моніторингу, зокрема із застосування супутникових технологій дистанційного зондування землі

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

Пререквізитами до вивчення освітньої компоненти є освітні компоненти другого (магістерського) рівня підготовки.

Пререквізити	
Науково-дослідна практика	<p>Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технології та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.</p> <p>Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з хімічних технологій та інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми</p> <p>Дотримуватись принципів лідерства та самоорганізації, відповідальності та повної автономності під час реалізації комплексних наукових проектів.</p>
Іноземна мова	<p>Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми галузі державною та іноземною мовами, кваліфіковано відобразити результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.</p>

	<p>Вміти використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами</p> <p>Читати та розуміти іноземні тексти за спеціальністю.</p>
<p>Методологія наукових досліджень</p>	<p>Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технологій та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.</p> <p>Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми галузі державною та іноземною мовами, кваліфіковано відобразити результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.</p> <p>Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з хімічних технологій та інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми</p> <p>Глибоко розуміти загальні принципи та методи хімічних технологій та інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері хімічних процесів та апаратів та у викладацькій практиці</p> <p>Знати методологію наукових досліджень у предметній області та сучасних методів планування та постановки експериментів</p>
<p>Постреквізити:</p>	
<p>Наукова складова</p>	<p>Мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технологій та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій (ПРН 01);</p> <p>Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з хімічних технологій та інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (ПРН 03);</p> <p>Глибоко розуміти загальні принципи та методи хімічних технологій та інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері хімічних процесів та апаратів та у викладацькій практиці.</p>

### 3. Зміст освітньої компоненти

#### РОЗДІЛ 1. Предмет та зміст курсу

##### Тема 1.1. Вступ до курсу

1.1.1. Основні мета, задачі та загальний зміст курсу. Структура та сітка годин. Контрольні завдання, строки та вимоги до якості їх виконання.

1.1.2. Значення курсу в системі підготовки доктора філософії. Вимоги до сучасного науковця.

## *РОЗДІЛ 2. Моніторинг навколишнього середовища та екологічний контроль*

### *Тема 2.1. Моніторинг навколишнього середовища.*

2.1.1. Загальні уявлення про моніторинг навколишнього середовища.

2.1.2. Автоматизована інформаційна система моніторингу.

2.1.3. Методи і засоби спостереження і контролю за станом навколишнього середовища. Контактні методи контролю навколишнього середовища. Дистанційні методи контролю навколишнього середовища. Біологічні методи контролю навколишнього середовища.

2.1.4. Екологічний контроль.

## *РОЗДІЛ 3. Контроль атмосферного повітря*

### *Тема 3.1. Контроль забруднення атмосферного повітря*

3.1.1. Склад атмосферного повітря. Класифікація забруднювачів повітря

3.1.2. Стандарти якості атмосферного повітря.

3.1.3. Організація спостережень за рівнем забруднення атмосфери. Відбір проб повітря.

3.1.4. Апаратура і методики відбору проб.

3.1.5. Стандартні суміші шкідливих речовин з повітрям.

3.1.6. Сучасні методи контролю забруднення повітряного середовища.

3.1.7. Вимірювання концентрацій шкідливих речовин індикаторними трубками.

3.1.8. Індивідуальна активна і пасивна дозиметрія.

### *Тема 3.2. Електрохімічні газові сенсори для екологічного моніторингу*

3.2.1. Хімічні сенсори.

3.2.2. Потенціометричні сенсори.

3.2.3. Кондуктометричні, кулонометричні та вольтамперометричні сенсори.

3.2.4. Електрохімічні газові сенсори амперометричного типу.

## *РОЗДІЛ 4. Контроль водних об'єктів*

### *Тема 4.1. Контроль забруднення водних об'єктів*

4.1.1. Склад гідросфери. Джерела і забруднювачі гідросфери.

4.1.2. Нормування якості води в водоймах.

4.1.3. Організація контролю якості води.

4.1.4. Відбір проб води. Типи відібраних проб. Види проб і види відбору проб. Способи відбору.

Пристрої для відбору проб води. Підготовка проб до зберігання. Транспортування проб.

4.1.5. Методи контролю забруднення гідросферних об'єктів.

### *Тема 4.2. Корозійний моніторинг обладнання в процесі експлуатації*

4.2.1. Принципи вибору методу корозійного моніторингу.

4.2.2. Ультразвуковий контроль: вимірювання залишкової товщини металу.

4.2.3. Хвилевідний ультразвуковий контроль.

4.2.4. Надвисокочастотний корозійний моніторинг.

4.2.5. Дослідження корозійних дефектів трубопроводів за допомогою роботизованого внутрішньо-трубного інспекційного снаряда-дефектоскопа.

4.2.6. Безконтактний моніторинг трубопроводів методом магнітної томографії.

4.2.7. Сторожові отвори.

4.2.8. Організація бічної магистралі.

4.2.9. Застосування флуоресцентних міток.

4.2.10. Аналіз технологічних середовищ.

### *Тема 4.3. Експлуатаційні методи визначення швидкості корозії металу*

- 4.3.1. Випробування зразків-свідків. Переваги та недоліки експлуатаційних випробувань зразків-свідків. Характеристика та види тримачів зразків-свідків.
- 4.3.2. Видалення продуктів корозії і визначення корозійної стійкості.
- 4.3.3. Типи корозійних датчиків.
- 4.3.4. Корозійний датчик вимірювання електричного опору.
- 4.3.5. Корозійний діафрагмовий датчик.
- 4.3.6. Корозійний датчик вимірювання поляризаційного опору.
- 4.3.7. Корозійний датчик вимірювання імпедансу.
- 4.3.8. Корозійний датчик вимірювання електрохімічного шуму.
- 4.3.9. Багатоелектродний корозійний датчик локальної корозії.
- 4.3.10. Датчик локальної корозії внаслідок мікробіологічної активності.
- 4.3.11. Датчик вимірювання потенціалу корозії.
- 4.3.12. Водневий корозійний датчик.

Тема 4.4. Метод поляризаційного опору для визначення миттєвої швидкості корозії

- 4.4.1. Виведення основних рівнянь.
- 4.4.2. Константи в основному рівнянні методу поляризаційного опору. Теоретичні величини констант. Теоретичні поляризаційні криві для різних комбінацій постійних Тафеля. Експериментальне визначення константи В. Помилки, зумовлені невизначеністю значень постійних Тафеля.
- 4.4.3. Причини розбіжності дослідних і теоретичних даних і шляхи розвитку теорії методу поляризаційного опору

Тема 4.5. Засоби корозійного моніторингу в системах тепловодопостачання

- 4.5.1. Мікропроцесорні корозметри нового покоління. Портативний індикатор корозії ІК-4п. Стаціонарний індикатор корозії ІК-4с.
- 4.5.2. Моніторинг швидкості корозії в системах гарячого водопостачання.
- 4.5.3. Застосування корозійного моніторингу для захисту від корозії котельного обладнання в системах опалення з контактними водонагрівачами.
- 4.5.4. Застосування корозиметрів нового покоління для корозійного моніторингу в теплових мережах. Корозійний моніторинг в умовах реагентної водопідготовки. Корозійний моніторинг в умовах традиційної водопідготовки.

РОЗДІЛ 5. Автоматизовані системи контролю навколишнього середовища

Тема 5.1. Автоматизовані системи контролю навколишнього середовища

- 5.1.1. Автоматизовані системи контролю навколишнього середовища.
- 5.1.2. Аерокосмічний моніторинг і дані дистанційного зондування.

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

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології електрохімічних виробництв. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими з.в.о. має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних заняттях.

БАЗОВА:

1. Васильєв Г.С., Васильєва С.М., Герасименко Ю.С., Лінючева О.В. Корозійно-екологічний моніторинг повітряного і водного середовищ. – Київ: Політехніка, 2021. – 274 с.
2. Чвірук В.П. Електрохімічний моніторинг техногенних середовищ / В.П. Чвірук, С.Г. Поляков, Ю.С. Герасименко. – К. : Академперіодика, 2007. – 324 с.

3. Васильєв Г.С. Розвиток методу поляризаційного опору та побудова на його основі приладів корозійного контролю / Васильєв Г.С., Герасименко Ю.С. – Київ: Політехніка, 2019. – 288 с.

### Інформаційні ресурси

Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance);

## Навчальний контент

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

#### Лекційні заняття

Проведення лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При проведенні 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.

№ з/п	Дата	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	1 тиждень	<u>Вступ до курсу.</u> Основні мета, задачі та загальний зміст курсу. Структура та сітка годин. Контрольні завдання, строки та вимоги до якості їх виконання. Значення курсу в системі підготовки доктора філософії. Вимоги до сучасного науковця. <u>Моніторинг навколишнього середовища.</u> Загальні уявлення про моніторинг навколишнього середовища. Автоматизована інформаційна система моніторингу. Методи і засоби спостереження і контролю за станом навколишнього середовища. Контактні методи контролю навколишнього середовища. Дистанційні методи контролю навколишнього середовища. Біологічні методи контролю навколишнього середовища. Екологічний контроль.
2	3 тиждень	<u>Контроль забруднення атмосферного повітря.</u> Склад атмосферного повітря. Класифікація забруднювачів повітря. Стандарти якості атмосферного повітря. Організація спостережень за рівнем забруднення атмосфери. Відбір проб повітря. Апаратура і методики відбору проб. Стандартні суміші шкідливих речовин з повітрям. Сучасні методи контролю забруднення повітряного середовища. Вимірювання концентрацій шкідливих речовин індикаторними трубками. Індивідуальна активна і пасивна дозиметрія.
3	5 тиждень	<u>Електрохімічні газові сенсори для екологічного моніторингу.</u> Хімічні сенсори. Потенціометричні сенсори. Кондуктометричні, кулонометричні та вольтамперометричні сенсори. Електрохімічні газові сенсори амперометричного типу.
4	7 тиждень	<u>Контроль забруднення водних об'єктів.</u> Склад гідросфери. Джерела і забруднювачі гідросфери. Нормування якості води в водоймах. Організація контролю якості води. Відбір проб води. Типи відібраних проб. Види проб і види відбору проб. Способи відбору. Пристрої для відбору проб води. Підготовка проб до зберігання. Транспортування проб. Методи контролю забруднення гідросферних об'єктів.
5	9 тиждень	<u>Корозійний моніторинг обладнання в процесі експлуатації.</u>

		Принципи вибору методу корозійного моніторингу. Ультразвуковий контроль: вимірювання залишкової товщини металу. Хвилевідний ультразвуковий контроль. Надвисокочастотний корозійний моніторинг. Дослідження корозійних дефектів трубопроводів за допомогою роботизованого внутрішньо-трубного інспекційного снаряда-дефектоскопа. Безконтактний моніторинг трубопроводів методом магнітної томографії. Сторожові отвори. Організація бічної магістралі. Застосування флуоресцентних міток. Аналіз технологічних середовищ.
6	11 тиждень	<u>Експлуатаційні методи визначення швидкості корозії металу.</u> Випробування зразків-свідків. Переваги та недоліки експлуатаційних випробувань зразків-свідків. Характеристика та види тримачів зразків-свідків. Видалення продуктів корозії і визначення корозійної стійкості. Типи корозійних датчиків. Корозійний датчик вимірювання електричного опору. Корозійний діафрагмовий датчик. Корозійний датчик вимірювання поляризаційного опору. Корозійний датчик вимірювання імпедансу. Корозійний датчик вимірювання електрохімічного шуму. Багатоелектродний корозійний датчик локальної корозії. Датчик локальної корозії внаслідок мікробіологічної активності. Датчик вимірювання потенціалу корозії. Водневий корозійний датчик.
7	13 тиждень	<u>Метод поляризаційного опору для визначення миттєвої швидкості корозії</u> Виведення основних рівнянь. Константи в основному рівнянні методу поляризаційного опору. Теоретичні величини констант. Теоретичні поляризаційні криві для різних комбінацій постійних Тафеля. Експериментальне визначення константи В. Помилки, зумовлені невизначеністю значень постійних Тафеля. Причини розбіжності дослідних і теоретичних даних і шляхи розвитку теорії методу поляризаційного опору
8	15 тиждень	<u>Засоби корозійного моніторингу в системах тепловодопостачання.</u> Мікропроцесорні корозметри нового покоління. Портативний індикатор корозії ІК-4п. Стаціонарний індикатор корозії ІК-4с. Моніторинг швидкості корозії в системах гарячого водопостачання. Застосування корозійного моніторингу для захисту від корозії котельного обладнання в системах опалення з контактними водонагрівачами. Застосування корозиметрів нового покоління для корозійного моніторингу в теплових мережах. Корозійний моніторинг в умовах реагентної водопідготовки. Корозійний моніторинг в умовах традиційної водопідготовки.
9	17 тиждень	<u>Автоматизовані системи контролю навколишнього середовища.</u> Автоматизовані системи контролю навколишнього середовища. Аерокосмічний моніторинг і дані дистанційного зондування.

### **Лабораторні заняття**

Основні завдання циклу лабораторних занять – це використання одержаних на лекціях знань, ознайомлення з технічною реалізацією відомих з лекційного курсу процесів та закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Опис запланованої роботи	Кількість ауд. годин
2	Дозування реагенту на основі даних корозійного моніторингу методом поляризаційного опору.	Вивчення можливостей корозійного моніторингу та побудови на його основі системи протикорозійного	7

		<i>захисту із автоматичним дозуванням реагентів</i>	
5	<i>Калібрування газового сенсору амперометричного типу.</i>	<i>Вивчення основних робочих характеристик амперометричних газових сенсорів та методів їх перерки</i>	7
8	<i>Визначення концентрації аніонів іонів потенціометричним методом.</i>	<i>Вивчення методу потенціометрії. Дослідження аніонного складу розчину методом потенціометрії.</i>	7
11	<i>Лабораторна робота 4. Визначення концентрації катіонів полярографічним методом.</i>	<i>Вивчення методу полярографії та визначення його можливостей для аналізу вмісту катіонів у розчині.</i>	7
14	<i>Лабораторна робота 5. Визначення концентрації органічних речовин у воді методом циклічної вольтамперометрії.</i>	<i>Вивчення методу циклічної вольтамперометрії та визначення його можливостей для аналізу вмісту органічних речовин, що здатні вступати в окисно-відновні реакції.</i>	7

## 6. Самостійна робота з.в.о

*Самостійна робота з.в.о. (СР) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до модульної контрольної роботи. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:*

<i>Вид СР</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до модульної контрольної роботи.</i>	<i>4 години на тиждень</i>
<i>Підготовка до модульної контрольної роботи</i>	<i>6 годин</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>30 годин</i>

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної освітньої компоненти

*У звичайному режимі роботи університету лекційні та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та лабораторні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим.*

*Правила призначення заохочувальних та штрафних балів*

- Заохочувальні бали можуть нараховуватися викладачем виключно за виконання творчих робіт з освітньої компоненти або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату. Їхня сума не може перевищувати 25% від рейтингової шкали.*
- Штрафні бали в рамках навчальної освітньої компоненти не передбачені.*



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)**

Поточний контроль: виконання модульної контрольної роботи, відповіді на лекціях, виконання та захист лабораторних робіт.

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

Рейтинг з.в.о. з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Для допуску до екзамену рейтинг з.в.о. повинен становити не менше 40 балів. Рейтинг протягом семестру складається з балів, що з.в.о. отримує за:

- відповіді на лекціях (в середньому 5 разів за семестр);
- виконання та захист 5 лабораторних робіт - в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету;
- виконання модульної контрольної роботи.

**Критерії нарахування балів:**

### **1. Лабораторні роботи**

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету

Ваговий бал – **35 балів**. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск і власне виконання (3 балів), якість оформленого протоколу (1 бали) і захисту роботи (3 бали). Всього виконується 5 робіт.

#### **Виконання лабораторної роботи**

- виконання завдань ЛР в повному обсязі без зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки - 3 бали;
- невиконання завдань ЛР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи або додержання вимог техніки безпеки - 0 балів.

#### **Якість протоколу та захисту лабораторної роботи**

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної ЛР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів - 4 бали (не менше 90 % потрібної інформації);
- не зовсім повне оволодіння знаннями і вміннями за підсумками виконання ЛР; зауваження щодо повноти і якості оформлення протоколу – 2-3 бали (не менше 75 % потрібної інформації);
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної ЛР – 1 бал (не менше 60 % потрібної інформації);
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі - 0 балів.

### **2. Модульна контрольна робота**

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету виконується у вигляді он-лайн тестування із застосуванням google-форм. Ваговий бал – **20 балів**. Передбачає тест із 20 питань. Вага кожного питання – 1 бал. Сумарний бал складається із суми набраних балів.

### **3. Відповіді на лекціях**

в звичайному, змішаному та дистанційному режимах роботи Університету  
Ваговий бал – **5 балів**. Визначається із розрахунку, що один з.в.о. дає відповіді на 5 лекціях за семестр, по 1 балу за кожну.

#### **4. Семестровий контроль: усний екзамен.**

На екзамені з.в.о. мають відповідати на питання екзаменаційного білета. Кожен білет містить два теоретичних питання і оцінюється у **40 балів**. Кожне із питань білету оцінюється у **20 балів**. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

- повна відповідь на запитання з елементами оригінального, творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання з хімії - 16-20 балів (не менше 90 % потрібної інформації);
- повна і взагалі вірна відповідь на запитання з 1–3 незначними помилками або зауваженнями - 10-15 балів (не менше 75 % потрібної інформації);
- взагалі вірна відповідь на запитання з 5–9 незначними помилками та 1–2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ – 10-13 балів (не менше 60 % потрібної інформації);
- незадовільна відповідь – 0-4 бали.

Максимальна сума балів, яку з.в.о. може набрати протягом семестру, складає 60 балів:

$$RC = \Gamma_{\text{мкр}} + \Gamma_{\text{лр}} + \Gamma_{\text{лк}} = 20 + 35 + 5 = 60 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, написання МКР та кількість рейтингових балів не менше 40.

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**

- Список запитань до екзамену викладач надає на занятті вкінці семестру.
- Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час екзамену – під час екзамену з.в.о. заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог з.в.о. усуваються від екзамену.
- Під час захисту лабораторних робіт з.в.о. має право для уточнення відповідей скористатись власним протоколом лабораторної роботи.

#### **Робочу програму освітньої компоненти (силабус):**

Складено доцентом кафедри технології електрохімічних виробництв, к.т.н., доц. Васильєвим Георгієм Степановичем.

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв, протокол № 3 від 15.10.2020р. (зі змінами № 10 від 30.06.2021 р.).

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 2 від 14.10.2020 р.)