



# Інноваційні хімічні технології переробки вторинних матеріалів

## Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити освітньої компоненти	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	16 Хімічна біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення
Статус освітньої компоненти	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна, вечірня), заочна / змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	8 кредитів
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/ДКР, МКР
Розклад занять	Одна лекція 2 години (1 пара) на тиждень, практикум 2 години (1 пара) на 2 тижня, лабораторні заняття 4 години (2 пари) на 2 тижні за розкладом на roz.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: кандидат технічних наук, Янушевська Олена Іванівна, <a href="mailto:I_rrr@ukr.net">I_rrr@ukr.net</a> кандидат технічних наук, Кримець Григорій Володимирович, <a href="mailto:krimets@xtf.kpi.ua">krimets@xtf.kpi.ua</a> Практичні / Лабораторні: кандидат технічних наук, Янушевська Олена Іванівна, <a href="mailto:I_rrr@ukr.net">I_rrr@ukr.net</a> ; кандидат технічних наук, Кримець Григорій Володимирович, <a href="mailto:krimets@xtf.kpi.ua">krimets@xtf.kpi.ua</a>

**Програма освітньої компоненти**

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

Викладання здобувачам вищої освіти (з.в.о.) рівня Магістр освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології переробки вторинних матеріалів» обумовлене важливістю впровадження в учбовий процес вивчення енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій у хімічному виробництві, що є невід'ємною вимогою здорового існування людини в техногенних умовах. Від своєчасних та раціональних технологічних рішень щодо планування виробництва залежить енергоефективність, маловитратність, ефективність використання природних ресурсів та екологічна безпека промислового комплексу.

**Метою** освітньої компоненти є формування у з.в.о. рівня Магістр компетентностей:

- здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв (К4);

- здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів (K5);
- здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв (K6);
- здатність впроваджувати інновації в процеси хімічної галузі з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку (K8).

З.в.о. рівня Магістр після засвоєння освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології переробки вторинних матеріалів» мають продемонструвати знання в:

- здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію (ПР2);

- оцінювати технічні і економічні характеристики результатів наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, технологій та обладнання хімічних виробництв (ПР4);

- Розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів (ПР6);

- проводити інновації на виробництвах хіміко-технологічного профілю з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку (ПР8).

З.в.о. рівня Магістр також мають продемонструвати уміння:

- проводити пошук та аналіз сучасних літературних джерел;
- створювати гнучкі технологічні схеми з метою комплексної переробки природної сировини, техногенних відходів та охорони довкілля;
- виконувати дослідження в наукових лабораторіях згідно вимог техніки безпеки та екологічної безпеки;
- передбачати можливості виникнення артефактів та їх запобігання.

Набути досвід використання сучасних літературних джерел для наукового обґрунтування методів переробки вторинних матеріалів, розробки технологічних схем з фізико-хімічним обґрунтуванням кожної стадії переробки.

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

Перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні з.в.о. для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Пререквізити:	
Бакалаврський рівень	Знання у хімічній технології та інженерії на бакалаврському рівні.
Постреквізити:	
Виконання магістерської дисертації	Здатність проводити інновації та виявляти і вирішувати проблеми в сфері хімічних процесів та апаратів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень. Здатність до розробки технологічних показників одержання і практичного застосування нових речовин та функціональних матеріалів

Дана освітня компонента формує базу для подальшого навчання на ступінь PhD.

### 3. Зміст навчальної освітньої компоненти

**Вступ.** Мета і задачі освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології переробки вторинних матеріалів». Нормативні вимоги до поводження з відходами в Україні.

**Частина 1.** Технологічні засади переробки твердих відходів.

1.1. Технології переробки фосфогипсу: походження, склад, способи переробки. Виробництво в'язучих матеріалів, комплексних добрив, рідко-земельного концентрату (РЗК).

1.2. Технології переробки відходів гідрохинону. Виробництво манган (IV) оксиду.

**Частина 2.** Технологічні засади переробки неводних рідких відходів.

Технології переробки некондиційних олій, олив та змащувально-охолоджувальних рідин. Регенерація олив з метою повернення в технологічний цикл.

**Частина 3.** Технологічні засади очищення висококонцентрованих стічних вод (промивні води з виробництва медичної продукції, переробки пластику, фільтрати з полігонів твердих побутових відходів (ТПВ)). Технології термічної обробки, фотокаталітичні процеси.

**Частина 4.** Технологічні засади переробки газоподібних відходів (CO<sub>2</sub>).

Технології зниження викидів парникових газів в концепції нульового карбонового сліду. Хімічні та біохімічні технології очищення.

**Частина 5.** Технологічні засади сортування, механічної та хімічної переробки пластикових відходів.

5.1. Класифікація типів пластикових відходів, напрями цільової переробки термопластів та реактопластів. Інноваційні підходи до зниження забруднення довкілля продуктами розкладу пластику. Проблема виникнення мікропластику.

5.2. Методи механічної переробки пластику.

5.3. Методи хімічної переробки пластику.

5.4. Переробка відходів медичної галузі. Нормативні акти та стандартні технології.

### 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, у вільному доступі в інтернеті. 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 та практичних заняттях.

#### **Базова:**

1. Xiuna Ren, Tao Liu, Yue Zhang, Xing Chen, Mukesh Kumar Awasthi, Zengqiang Zhang, Chapter 1 - Sustainable biowaste recycling toward zero waste approaches, Editor(s): Sunita Varjani, Ashok Pandey, Mohammad J. Taherzadeh, Huu Hao Ngo, R.D. Tyagi, Biomass, Biofuels, Biochemicals, Elsevier, 2022, Pages 3-22, ISBN 9780323885119, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88511-9.00003-3>.

2. Yelizaveta Chernysh, Recycling of radioactive phosphogypsum wastes, Editor(s): Fernando Pacheco-Torgal, Joseph O. Falkinham, Jerzy Andrzej Gataj, In Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, Advances in the Toxicity of Construction and Building Materials, Woodhead Publishing, 2022, Pages 225-240, ISBN 9780128245330, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824533-0.00008-6>.

3. Nur-Azzah Afifah Binti Taib, Md Rezaur Rahman, Muhammad Khusairy Bin Bakri, Md Mahbulul Matin, Khairuddin Sanaullah, Recycled industrial plastics' fine waste incorporated into biocomposites, Editor(s): Md Rezaur Rahman, Muhammad Khusairy Bin Bakri, In Woodhead Publishing Series in

Composites Science and Engineering, Recycled Plastic Biocomposites, Woodhead Publishing, 2022, Pages 213-228, ISBN 9780323886536, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88653-6.00012-2>.

#### **Додаткова:**

1. Angel Avadí, Pierre Benoit, Matthieu N. Bravin, Benoit Cournoyer, Frédéric Feder, Wessam Galia, Patricia Garnier, Claire-Sophie Haudin, Samuel Legros, Laure Mamy, Sylvie Nazaret, Dominique Patureau, Valérie Pot, Laure Vieublé Gonod, Tom Wassenaar, Emmanuel Doelsch, Chapter Two - Trace contaminants in the environmental assessment of organic waste recycling in agriculture: Gaps between methods and knowledge, Editor(s): Donald L. Sparks, Advances in Agronomy, Academic Press, Volume 174, 2022, Pages 53-188, ISSN 0065-2113, ISBN 9780323989572, <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2022.03.002>.
2. El-Zeiny M. Ebeid, Mohamed B. Zakaria, Chapter 6 - Thermal analysis in recycling and waste management, Editor(s): El-Zeiny M. Ebeid, Mohamed B. Zakaria, Thermal Analysis, Elsevier, 2021, Pages 247-300, ISBN 9780323901918, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90191-8.00002-6>.
3. Hamed Allahyari, 8 - Recycling of e-waste in concrete, Editor(s): Chaudhery Mustansar Hussain, Environmental Management of Waste Electrical and Electronic Equipment, Elsevier, 4. 2021, Pages 153-162, ISBN 9780128224748, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822474-8.00008-8>.

#### **Інформаційні ресурси:**

1. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance);
2. Інформаційні ресурси в системі МуКРІ та Електронний кампус.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування освітньої компоненти**

##### *Лекційні заняття*

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням з.в.о. лабораторних робіт, практичних робіт із розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. Під час читання 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.

<b>№</b>	<b>Дата</b>	<b>Опис заняття</b>
1	1 робочий тиждень семестра	Вступ. Мета і задачі освітньої компоненти «Інноваційні хімічні технології переробки вторинних матеріалів». Нормативні вимоги до поводження з відходами в Україні.
2	2 робочий тиждень семестра	Частина 1. Технологічні засади переробки твердих відходів. Технології переробки фосфогипсу: походження, склад, способи переробки. Виробництво в'язучих матеріалів, комплексних добрив, рідко-земельного концентрату (РЗК).
3	3 робочий тиждень семестра	Частина 1. Технологічні засади переробки твердих відходів (продовження). Технології переробки відходів гідроксинону. Виробництво манган (IV) оксиду.

4	4 робочий тиждень семестра	Частина 1. Технологічні засади переробки твердих відходів (продовження). Відходи паливної промисловості. Комплексна переробка вугілля. Очищення від пилових та зольних викидів (золашлаки). Залізовмісний пил та шлами чорної металургії.
5	5 робочий тиждень семестра	Частина 2. Технологічні засади переробки неводних рідких відходів. Класифікація неводних відходів. Основні показники якості відпрацьованих олив. Технології переробки некондиційних олив, олив та змащувально-охолоджувальних рідин. Регенерація олив з метою повернення в технологічний цикл.
6	6 робочий тиждень семестра	Частина 3. Технологічні засади очищення висококонцентрованих стічних вод . Класифікація висококонцентрованих стічних вод, основні технологічні засади їх переробки.
7	7 робочий тиждень семестра	Частина 3. Технологічні засади очищення висококонцентрованих стічних вод (продовження). Технологічні засади переробки промивних вод з виробництва медичної продукції, використання фотокаталітичних процесів для руйнування фармакологічних речовин. Інноваційні фотокаталітичні способи.
8	8 робочий тиждень семестра	Частина 3. Технологічні засади очищення висококонцентрованих стічних вод (продовження). Технологічні засади переробки промивних вод з переробки пластику, фільтратів з полігонів твердих побутових відходів (ТПВ)). Технології термічної обробки відходів.
9	9 робочий тиждень семестра.	Частина 4. Технологічні засади переробки газоподібних відходів (CO <sub>2</sub> ). Проблема збільшення парникових газів в атмосфері. Аналіз джерел викидів CO <sub>2</sub> та шляхи їх переробки.
10	10 робочий тиждень семестра	Частина 4. Технологічні засади переробки газоподібних відходів (CO <sub>2</sub> ) (продовження). Технології зниження викидів парникових газів в концепції нульового карбонового сліду.
11	11 робочий тиждень семестра	Частина 4. Технологічні засади переробки газоподібних відходів (продовження). Хімічні та біохімічні технології очищення. Інноваційні методи очищення.
12	12 робочий тиждень семестра	Частина 5. Переробка пластикових відходів. Технологічні засади сортування пластикових відходів, досвід закордонних підприємств. Механічні та хімічні способи переробки пластикових відходів. Проблеми, що пов'язані з виникненням мікропластику у воді.
13	13 робочий тиждень семестра	Частина 5. Переробка пластикових відходів (продовження). Класифікація типів пластикових відходів, напрями цільової переробки термопластів та реактопластів. Інноваційні підходи до зниження забруднення довкілля продуктами розкладу пластику.
14	14 робочий тиждень семестра	Частина 5. Переробка пластикових відходів (продовження). Методи механічної переробки пластику. Методи хімічної переробки пластику.

15	15 робочий тиждень семестра	Частина 5. Переробка пластикових відходів ( продовження). Переробка пластикових відходів медичної галузі. Нормативні акти та стандартні технології.
16	16 робочий тиждень семестра	Частина 6. Переробка побутових приладів. Переробка гальванічних елементів, акумуляторів, електрогальванічних шламів.
17	17 робочий тиждень семестра	Частина 6. Переробка побутових приладів (продовження). Переробка люмінесцентних ламп. Демеркурізація відходів.
18	18 робочий тиждень семестра	Підсумкове заняття. Залік. МКР.

### Практичні заняття

На практичних заняттях з.в.о. користуючись теоретичними знаннями, які вони одержали на лекціях, виконують стехіометричні та технологічні розрахунки, розв'язують задачі.

Тиждень	Тема	
1	Типові технологічні розрахунки.	Провести розрахунки масової концентрації, масової долі, молярної концентрації, ступеню перетворення, ступеню вилучення, виходу продукту в процесах переробки відходів.
2	Моніторинг ринку відходів в Україні.	Аналіз екологічної небезпеки у зв'язку з ненормативним поводженням з відходами в Україні. Визначення найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості. Моніторинг вартості відходів на прикладі хімічного виробництва та муніципальних підприємств.
3	Вивчення ринку відходів в Україні.	Віртуальна або реальна екскурсі на діючі підприємства сортування відходів.
4	Вивчення ринку відходів в Україні.	Віртуальна або реальна екскурсі на діючі профільні підприємства переробки відходів.
5	Новітні екологічні рішення для хімічної технології.	Доповіді з.в.о. у вигляді презентації на тему: сучасні методи переробки побутових відходів. Представлення в презентації розрахунків щодо ефективності або доцільності застосування представлених технологій.
6	Новітні екологічні рішення для хімічної технології.	Доповіді з.в.о. у вигляді презентації на тему: сучасні методи переробки відходів органічного синтезу. Представлення в презентації розрахунків щодо ефективності або доцільності застосування представлених технологій.
7	Новітні екологічні рішення для хімічної технології.	Доповіді з.в.о. у вигляді презентації на тему: мобільні комплекси переробки відходів. Представлення в презентації розрахунків щодо ефективності або доцільності застосування представлених технологій.
8	Новітні екологічні рішення для хімічної технології.	Доповіді з.в.о. у вигляді презентації на тему: сучасні методи переробки газових відходів. Представлення в презентації розрахунків щодо ефективності або доцільності застосування представлених технологій.

9	Підсумкове заняття	Підведення підсумків успішності з.в.о. при виконанні ними практичних занять і лабораторних робіт протягом навчального семестру, відпрацювання пропущеної лабораторної роботи з поважних причин. Підрахунок суми балів, отриманих за виконання всіх практичних занять та лабораторних робіт.
---	--------------------	---

### Лабораторні заняття

На лабораторних заняттях з.в.о. користуючись теоретичними знаннями та вміннями, які вони одержали на лекціях та практичних роботах, виконують стехіометричні та технологічні розрахунки.

Під час лабораторної роботи з.в.о. опановують лабораторну установку та засвоюють правила безпеки в хімічній лабораторії, методуку обробки результатів експерименту, методи аналітичного контролю технологічних параметрів.

Тиждень	Тема	
1	Техніка безпеки роботи в лабораторії	Ознайомлення з правилами техніки безпеки і правилами роботи в хімічних лабораторіях відповідно до вимог з охорони праці.
2	Переробка фосфогипсу в комплексне добриво.	Вивчення процес ізотермічної перекристалізації кальцій карбонату в присутності амоній карбонату, натрій карбонату. Аналіз сировини та отриманих продуктів.
3	Кондиціонування промислових олив.	Дослідження процесу очищення промислових олив з метою повернення відпрацьованої оливи в виробництво. Аналіз вихідних речовин та продуктів
4	Дослідження процесу вилучення карбон (IV) оксиду з газових сумішей.	Дослідження хімічних та біохімічних способів знешкодження CO <sub>2</sub> . Лужний спосіб нейтралізації CO <sub>2</sub> та біологічне перетворення CO <sub>2</sub> .
5	Фотокаталіз.	Дослідження фотокаталітичної дії каталізаторів в процесі фотодеградації розчинів антибіотиків. Спектрофотометричний аналіз води після фотокаталізу.
6	Сортування пластикових відходів.	Розпізнавання маркування пластику, ідентифікація складу полімеру, з якого отримано пластик, сортування пластикових відходів за маркуванням та складом. Запропонування способу переробки пластикових відходів.
7	Термохімічна переробка пластику, частина 1.	Визначення раціонального способу переробки пластику, що містить лінійні полімерні структури у своєму складі. Підбір оптимального каталізатору процесу. Аналіз продуктів реакції.
15	Термохімічна переробка пластику, частина 2.	Визначення раціонального способу переробки пластику, що містить ароматичні фрагменти у своєму складі. Підбір оптимального каталізатору процесу. Аналіз продуктів реакції.

8	<i>Піролітична переробка твердих відходів.</i>	<i>Високотемпературна обробка зразків твердих відходів у піролізері з подальшою конденсацією рідкої фази та збиранням газоподібної фази. Аналіз отриманих продуктів за допомогою ІЧ- та УФ-спектроскопії.</i>
9	<i>Утилізація висококонцентрованих гальванічних відходів.</i>	<i>Рідкофазне осадження катіонів або аніонів металів на інертній керамічній поверхні/органічних полімерних сорбентах. Порівняння ефективності вилучення металів та оцінювання доцільності використання таких методів.</i>

## 5. Самостійна робота з.в.о.

*Самостійна робота з.в.о. (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, виконання самостійних робіт за завданням викладача, підготовка до лабораторних робіт (опрацювання протоколу, виконання розрахунків), підготовка презентацій щодо апаратів хімічної технології за завданням викладача, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:*

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять і повторення лекційного матеріалу</i>	<i>0,5 години на тиждень</i>
<i>Підготовка до лабораторних робіт.</i>	<i>1,5 години на тиждень</i>
<i>Виконання ДКР</i>	<i>16 годин</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>2 години</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>30 годин</i>

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної освітньої компоненти

*У звичайному режимі роботи університету лекції, лабораторні заняття та практикуми проводяться в навчальних аудиторіях, роль домашнього завдання бере на себе самостійна робота, що виконується в аудиторії. У дистанційному режимі лекційні та практичні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та практикумів є обов'язковим.*

#### Правила захисту лабораторних робіт:

- 1. До захисту допускаються з.в.о., які підготували протокол лабораторної роботи та пройшли опитування (усно або письмово) за темою даної роботи.*
- 2. Захист відбувається за графіком офлайн шляхом опитування викладачем з.в.о. або у письмовому форматі у дистанційному режимі шляхом складання протоколу та виконання індивідуальних завдань.*
- 3. Після перевірки завдання викладачем, ним виставляється певна кількість балів і робота вважається захищеною.*



### Правила виконання та контролю виконання самостійних завдань:

1. Самостійні завдання в режимі офлайн виконуються під час практичних занять в аудиторії. Самостійні завдання в режимі онлайн оприлюднюються через платформу дистанційного навчання Сікорський (G Suite) за 10 діб до запланованого терміну виконання, який зазначається у classroom.
2. Виконане з.в.о. самостійне завдання перевіряється викладачем. У режимі онлайн самостійне завдання оцінюється в особистому кабінеті з.в.о. в classroom та виставляється в системі «Капмус КПІ».
3. Питання, що пропонуються з.в.о. для самостійного опрацювання вдома, оцінюються згідно правил призначення заохочувальних балів.

### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. За виконання завдання для самостійного опрацювання вдома нараховується до 1 заохочувального балу (але не більше 9 балів на семестр).
2. Лабораторні роботи відпрацьовуються в звичайному режимі в лабораторіях, а в дистанційному режимі шляхом виконання індивідуального завдання. Захист лабораторних робіт в режимі офлайн відбувається на заняттях. Для з.в.о., які з поважних причин не змогли бути присутніми на заняттях або не змогли захистити лабораторну роботу своєчасно призначається один робочий день для відпрацювання та захисту робіт в кінці семестру.
3. Виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни (виготовлення плакатів, схем, моделей, тощо) дає можливість отримати від 1 до 3 заохочувальних балів (за кожен вид завдань в залежності від складності завдання, яка визначається викладачем).  
Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

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

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

1. Календарний контроль: виконання самостійних завдань, виконання та захист лабораторних робіт, МКР, виконання ДКР (письмово).
2. Семестровий контроль: екзамен.

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

1. Рейтинг з.в.о. з освітньої компоненти розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що з.в.о. отримує за:

- 1) активну участь у 8-х практичних заняттях;
- 2) активну участь у 9-х лабораторних заняттях;
- 3) виконання модульної контрольної (МКР), передбаченої навчальним планом.
- 4) виконання ДКР (письмово);

#### **2. Критерії нарахування балів:**

1. Практичні роботи ( $r_{пр1}$ ), у вигляді презентацій максимально оцінюються в 7,5 балів: «відмінно», активна участь на занятті, виконання самостійної роботи, вільне володіння матеріалом – 7,5 балів; «добре», виконання самостійної роботи з помилкою – 5 балів; «задовільно», виконання спрощеного самостійного завдання – 3 балів; «незадовільно», відсутність або не виконання самостійного завдання повністю – 0 балів.

2. Лабораторні роботи ( $r_{\text{лаб1}}$ ), що максимально оцінюються в 5 бали:  
 «відмінно», активна участь на занятті, виконання самостійної роботи, вільне володіння матеріалом – 5 бали;  
 «добре», виконання самостійної роботи з помилкою – 4 бал;  
 «задовільно», виконання спрощеного самостійного завдання – 3 бали;  
 «незадовільно», відсутність або не виконання самостійного завдання повністю – 0 балів.

3. Модульна контрольна ( $r_{\text{мкр}}$ ):  
 «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 20 балів;  
 «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 16 балів;  
 «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 12 балів;  
 «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

4. ДКР ( $r_{\text{д}}$ ):  
 «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 20 балів;  
 «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 18 балів;  
 «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 14 балів;  
 «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) – 0 балів.

#### **Розрахунок шкали рейтингової оцінки з освітньої компоненти (RD)**

Рейтингова оцінка ( $RD$ ) з освітньої компоненти формується як сума всіх рейтингових балів  $r_k$ , а також заохочувальних/штрафних балів  $r_s$ :

$$RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s$$

Максимально можлива сума всіх рейтингових балів складає:

$$(\sum r_k)_{\text{max}} = 7,5 \times 2 + 5 \times 9 + 20 + 20 = 100.$$

З.в.о., який отримав мінімальні позитивні бали за всіма контролями, матиме у підсумку не менше 60 балів:

$$(\sum r_k)_{\text{min}} = 3,5 \times 2 + 3 \times 9 + 12 + 14 = 60.$$

Сума рейтингових балів  $r_k$  та заохочувальних/штрафних балів  $r_s$  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

Умовою допуску до заліку є зарахування всіх домашніх завдань з практикумів, написання МКР, виконання письмового реферату та кількість рейтингових балів не менше 30.

### ***Додаткова інформація з освітньої компоненти***

*Вимоги до оформлення реферату, презентації лекцій наведено у Google Classroom «(платформа Sikorsky-distance). Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час екзамену: конспект лекцій.*

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

**Складено** доцентом кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології: к.т.н. доц. Янушевською О. І. , старшим викладачем кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології к.т.н. Кримець Г.В.

**Ухвалено** кафедрою ТНР В та ЗХТ (протокол № 22 від 29.06.2022)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 10 від 23.06.2022)

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.