



Зелені хімічні 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, професійної та практичної підготовки</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна, вечірня), заочна / змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара раз на тиждень), лабораторні заняття 2 години на тиждень (2 пари раз у два тижні) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., ст. викл. Літинська Марта Ігорівна, m.litynska-2017@kpi.ua¹</i> Практичні заняття: <i>к.т.н., ст. викл. Літинська Марта Ігорівна, m.litynska-2017@kpi.ua</i> Лабораторні заняття: <i>к.т.н., ст. викл. Літинська Марта Ігорівна, m.litynska-2017@kpi.ua</i> <i>асистент Гуцул Христина Ростиславівна, xgucul1236@gmail.com</i>

Програма освітньої компоненти

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

Необхідність викладання здобувачам вищої освіти освітньої компоненти «Зелені хімічні технології» зумовлена сучасними викликами суспільства та загальною тенденцією до екологізації всіх сфер людської діяльності.

Зелена хімія перестала бути вузьким напрямом і тепер є невід'ємною частиною багатьох сучасних технологій у хімічній, енергетичній, фармацевтичній, харчовій, целюлозно-паперовій та багатьох інших галузях промисловості. Модернізація існуючих та організація нових технологічних процесів потребують умінь оцінювати вплив на оточуюче середовище виробництв різних типів та розробляти способи приведення цих виробництв у відповідність до принципів зеленої хімії, а також знання щодо застосування на практиці принципів побудови екологічно чистих виробництв у різних галузях промисловості. Освітня компонента «Зелені

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу освітньої компоненти, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

хімічні технології» займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця, оскільки надає здобувачам вищої освіти ці знання та вміння. Навчальний матеріал освітньої компоненти «Зелені хімічні технології» базується на знаннях освітніх компонент «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології», «Фізико-хімічні методи аналізу», «Загальна та неорганічна хімія», «Прикладна неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Фізична хімія», а також формує базу для подальшого вивчення профільюючих освітніх компонент, таких як «Економіка і організація виробництва», «Сучасні технології переробки та утилізації відходів», «Основи проектування хімічних підприємств».

Предмет освітньої компоненти: принципи зеленої хімії та способи екологізації виробництва; технологічні схеми, що відповідають принципам зеленої хімії та застосовуються у різних галузях промисловості; технології для реалізації цих схем.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти:

- базових уявлень про принципи та основні напрями зеленої хімії;
- володіння методами спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології, продукції промисловості, відходів, допоміжних речовин хіміко-технологічних процесів;
- здатності проектувати хімічні процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень;
- базових уявлень про принципи та напрямки зеленої хімії;
- сучасних уявлень про перспективи зеленої хімії для різних галузей промисловості та способи екологізації виробництва;
- базові уявлення про основні закономірності розвитку й сучасні досягнення у зелених хімічних технологіях;
- розуміння ролі зелених хімічних технологій у сучасному суспільстві, розуміння соціальних і екологічних наслідків своєї професійної діяльності.

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

ЗНАННЯ:

- основних принципів та напрямів зеленої хімії;
- переваг та недоліків традиційних та іноваційних технологій;
- основних критеріїв оцінки відповідності виробництва принципам зеленої хімії;
- оцінювання безпеки використання різних матеріалів та процесів у виробництві;
- сучасних тенденцій прогресу у зеленій хімії та зелених хімічних технологіях;
- особливостей застосування зелених хімічних технологій у різних галузях промисловості;
- фізико-хімічних основ здійснення безпечного хіміко-технологічного процесу у раціональних (оптимальних) умовах;
- розуміння шляхів екологізації виробництва.

УМІННЯ:

- оцінювати наслідки виробничих процесів для навколишнього середовища;
- аргументовано підбирати способи приведення виробництв різних типів у відповідність до принципів зеленої хімії;
- забезпечувати безпеку персоналу та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері хімічної інженерії;
- визначити термодинамічну можливість перебігу процесу за певних умов;
- вірно обрати раціональні умови здійснення технологічного процесу одержання хімічних продуктів;
- виконувати обчислення кількості продуктів та відходів, а також передбачити та запропонувати шляхи раціонального використання відходів, напівпродуктів або їх утилізації;

- застосовувати сучасні підходи до організації процесу виробництва, що чинять мінімальний вплив на навколишнє середовище;
- здійснювати пошук та аналіз сучасних літературних джерел.

досвід:

- використання сучасних і новітніх літературних джерел для наукового обґрунтування внесення змін у технологічні процеси з метою приведення виробництва у відповідність до принципів зеленої хімії;
- використання розрахунків для обґрунтування необхідності екологізації хіміко-технологічних процесів;
- використання теоретичних положень загальної, неорганічної, органічної і фізичної хімії та довідкових даних фізико-хімічних властивостей сполук для розробки способів приведення виробництва у відповідність до принципів зеленої хімії.

У результаті вивчення даної освітньої компоненти здобувачі вищої освіти одержать наступні **загальні та фахові компетенції**:

- ЗК01 здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК02 здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК06 прагнення до збереження навколишнього середовища;
- ФК09 здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач в хімічній технології та водоочищенні;
- ФК10 здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції;
- ФК12 здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії;
- ФК17 здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів виробництва неорганічних речовин та водоочищення.

Компетенції, одержані здобувачами вищої освіти в процесі вивчення освітньої компоненти «Зелені хімічні технології», будуть застосовуватись ними для виконання наукових робіт, бакалаврського дипломного проєкту та магістерської дисертації, а, також, у подальшій професійній та практичній діяльності.

Також здобувачі вищої освіти одержать наступні **програмні результати навчання**:

- ПРН04 здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії;
- ПРН05 розробляти і реалізовувати проєкти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики;
- ПРН09 забезпечувати безпеку персоналу та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері хімічної інженерії;
- ПРН13 розуміння хімічної інженерії як складника сучасних науки і техніки, її місця у розвитку інженерії, української держави та загальносвітової культури;
- ПРН15 знання сучасних тенденцій прогресу в технологіях неорганічних речовин та водоочищення для хімічної інженерії та біоінженерії, в тому числі, у фармацевтичній промисловості; традиційних та спеціальних методів одержання наноматеріалів та сучасних нанотехнологій.

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

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

Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології	Моделювання процесів хімічних виробництв, хімічних реакцій та допоміжних процесів у виробництві, оптимізація хіміко-технологічних процесів.
Фізико-хімічні методи аналізу	Способи та методи визначення складу домішок у повітрі, воді, ґрунтах тощо.

Дана освітня компонента формує базу для освітньої компоненти «Економіка і організація виробництва», оскільки надає студентам знання, уміння та досвід вибору екологічно обґрунтованих способів та засобів виробництва, а також вирішення екологічних проблем, що можуть в процесі організації або реорганізації виробництва.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Термінологія та основні поняття.

Означення термінів «зелена хімія» та «зелені хімічні технології». Взаємозв'язок зеленої хімії, хімії оточуючого середовища, екологічної хімії та сталого розвитку. Принципи зеленої хімії. Приклади слідування принципам зеленої хімії. Напрямки зеленої хімії. Проблема розчинників у хімічній технології. Розчиннику у зеленій хімії. Використання води у зеленій хімії. Використання рідин у надкритичному стані. Іонні рідини.

Тема 2. Оцінка екологічності.

Способи оцінки екологічності реакції, процесу чи виробництва. Гостра та хронічна токсичність.

Тема 3. Зелені хімічні технології в енергетичній галузі.

Способи виробництва електроенергії та їх наслідки для екології. Викиди CO₂. Вловлювання CO₂. Повторне використання CO₂. Біопаливо. Воднева енергетика. Виробництво, зберігання та використання водню для потреб енергетики.

Тема 4. Зелені хімічні технології у фармацевтичній галузі.

Екологізація органічних синтезів. Принципи зеленої хімії в органічних синтезах. Використання, повторне використання та переробка розчинників. Мінімізація використання розчинників. «Зелені» розчинники у фармацевтичній галузі. Зв'язок зеленої хімії та біотехнології. Біокаталіз. Біосинтез. Зелена хімія у фармацевтиці на прикладі виробництва ібупрофену, ліків від діабету, таксолу, прегабаліну тощо.

Тема 5. Зелені хімічні технології у харчовій промисловості та водоочищенні.

Біотехнології у харчовій промисловості. Використання біомаси для виробництва цільових компонентів. Використання рідин у надкритичному стані у харчовій промисловості. Пастеризація за допомогою рідин у надкритичному стані. «Зелені» підходи до пакування та безпечного зберігання харчових продуктів. «Зелені» підходи у одержанні олій та масел з рослинної сировини. Мембранні технології у харчовій промисловості. Зелені технології у водоочищенні.

Тема 6. Зелені хімічні технології у целюлозно-паперовій промисловості.

Екологічні проблеми целюлозно-паперової промисловості. Відходи целюлозно-паперової промисловості. Способи екологізації целюлозно-паперової промисловості. Приклади целюлозно-паперових виробництв з мінімізованим впливом на навколишнє середовище.

Тема 7. Зелені хімічні технології у виробництві полімерів та ряду інших матеріалів

Теорії розчинності та заміна розчинників. Використання природних матеріалів для виробництва полімерів, покриттів, чорнил, клеїв, в'язучих матеріалів тощо. Біомолекулярні матеріали. Біологічні клейкі матеріали. Біотехнологія та виробництво в'язучих матеріалів. Біосилікатні в'язучі матеріали. Клейкі матеріали на основі протеїнів сої. Виробництво природних поліолів. Виробництво друкарських фарб з відновлюваних ресурсів. «Зелені» підходи у виробництві автомобільних покриттів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у Google Classroom (в рамках курсу) та за наведеними посиланнями. 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. Benvenuto, M. A., & Plaumann, H. (Eds.). (2018). *Green Chemistry in Industry (Green Chemical Processing)*. De Gruyter. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/2712395/>
2. Dake, S. A., Shinde, R. S., Ameta, S. C., & Haghi, A. K. (2021). *Green Chemistry and Sustainable Technology: Biological, Pharmaceutical, and Macromolecular Systems*. Apple Academic Pr Inc. Режим доступу: <https://ua1lib.org/book/15357850/70402d>
3. Han, B., & Wu, T. (2019). *Green Chemistry and Chemical Engineering (2nd ed. 2019 ed.)*. Springer New York. Режим доступу: <https://ua1lib.org/book/5398040/97e261>
4. Зелені технології у промисловості: Монографія / І.А. Василенко, Є.В. Чупринов, А.В. Іванченко та ін. – Дніпро: Акцент ПП, 2019. – 366 с.

Додаткова

1. Zhang, Z., Höfer, R., & Matharu, A. S. (2019). *Green Chemistry for Surface Coatings, Inks and Adhesives: Sustainable Applications*. Royal Society of Chemistry. Режим доступу: <https://ua1lib.org/book/17589697/9a707e>
2. Naushad, M., & Lichtfouse, E. (2020). *Green Materials for Wastewater Treatment (1st ed. 2020 ed.)*. Springer. Режим доступу: <https://ua1lib.org/book/5223724/049a30>
3. Savitskaya, T., Kimlenka, I., Lu, Y., Hrynshpan, D., Sarkisov, V., Yu, J., Sun, N., Wang, S., Ke, W., & Wang, L. (2021). *Green Chemistry: Process Technology and Sustainable Development (1st ed. 2021 ed.)*. Springer. Режим доступу: <https://ua1lib.org/book/16815398/413458>

Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс Google Classroom (домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу – tcekswu.

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовується ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі, Sikorsky-distance та/або засоби для здійснення відеоконференцій (Zoom чи інші). Перед кожною лекцією рекомендується ознайомитись з лекційними матеріалами, а також з матеріалами, що рекомендовані для самостійного вивчення.

№	Опис заняття
1	Надання інформації щодо PCO. Тема 1 – Термінологія та основні поняття: Означення термінів «зелена хімія» та «зелені хімічні технології». Взаємозв'язок зеленої хімії, хімії оточуючого середовища, екологічної хімії та сталого розвитку. Принципи зеленої хімії. Приклади слідування принципам зеленої хімії. Напрямки зеленої хімії.
2	Продовження теми 1: Проблема розчинників у хімічній технології. Розчинники у зеленій хімії. Використання води у зеленій хімії. Використання рідин у надкритичному стані. Іонні рідини.
3	Тема 2 – Оцінка екологічності: Способи оцінки екологічності реакції, процесу чи виробництва. Гостра та хронічна токсичність.
4	Тема 3 – Зелені хімічні технології в енергетичній галузі: Способи виробництва електроенергії та їх наслідки для екології. Викиди CO ₂ . Вловлювання CO ₂ . Повторне використання CO ₂ .
5	Продовження теми 3: Біопаливо. Воднева енергетика. Виробництво, зберігання та використання водню для потреб енергетики.
6	Тема 4 – Зелені хімічні технології у фармацевтичній галузі: Екологізація органічних синтезів. Принципи зеленої хімії в органічних синтезах. Використання, повторне використання та переробка розчинників. Мінімізація використання розчинників. «Зелені» розчинники у фармацевтичній галузі.
7	Продовження теми 4: Зв'язок зеленої хімії та біотехнології. Біокаталіз. Біосинтез. Зелена хімія у фармацевтиці на прикладі виробництва ібупрофену, ліків від діабету, таксолу, прегабаліну тощо.
8	Модульна контрольна робота. Частина 1
9	Тема 5 – Зелені хімічні технології у харчовій промисловості та водоочищенні: Біотехнології у харчовій промисловості. Використання біомаси для виробництва цільових компонентів.
10	Продовження теми 5: Використання рідин у надкритичному стані у харчовій промисловості. Пастеризація за допомогою рідин у надкритичному стані. «Зелені» підходи до пакування та безпечного зберігання харчових продуктів.
11	Продовження теми 5: «Зелені» підходи у одержанні олій та масел з рослинної сировини. Мембранні технології у харчовій промисловості. Зелені технології у водоочищенні.

12	Тема 6 – Зелені хімічні технології у целюлозно-паперовій промисловості: Екологічні проблеми целюлозно-паперової промисловості. Відходи целюлозно-паперової промисловості.
13	Продовження теми 6: Способи екологізації целюлозно-паперової промисловості.
14	Продовження теми 6: Приклади целюлозно-паперових виробництв з мінімізованим впливом на навколишнє середовище.
15	Тема 7 – Зелені хімічні технології у виробництві полімерів та ряду інших матеріалів: Теорії розчинності та заміна розчинників. Використання природних матеріалів для виробництва полімерів, покриттів, чорнил, клеїв, в'язучих матеріалів тощо. Біомолекулярні матеріали. Біологічні клейкі матеріали. Біотехнологія та виробництво в'язучих матеріалів.
16	Модульна контрольна робота. Частина 2
17	Продовження теми 7: Біосилікатні в'язучі матеріали. Клейкі матеріали на основі протеїнів сої. Виробництво природних поліолів.
18	Продовження теми 7: Виробництво друкарських фарб з відновлюваних ресурсів. «Зелені» підходи у виробництві автомобільних покриттів.

Лабораторні заняття

Основними завданнями циклу лабораторних занять з освітньої компоненти «Зелені хімічні технології» є закріплення теоретичних знань, набутих на лекційних заняттях та при самостійній роботі, для вирішення конкретних завдань у сфері зелених технологій. Для цього на лабораторних заняттях студенти ознайомлюються зі деякими підходами зелених хімічних технологій та способами оцінки їх ефективності та екологічності. На першому лабораторному занятті здобувачі вищої освіти повторюють техніку безпеки та базові принципи роботи в хімічній лабораторії, а також розподіляються на бригади, кожна з яких за власним вибором отримує на опрацювання дві із запропонованих лабораторних робіт. Кожна обрана лабораторна робота виконується протягом 8-ми лабораторних занять. Кожен здобувач одержує індивідуальне завдання в рамках обраної лабораторної роботи. Перед початком виконання кожної з обраних лабораторних робіт викладач перевіряє готовність кожного здобувача вищої освіти з бригади до виконання роботи, яку було закріплено за бригадою на першому лабораторному занятті, після чого допускає здобувача вищої освіти до виконання роботи або не допускає. Після завершення кожного лабораторного заняття здобувачі вищої освіти звітуються про виконання дослідів шляхом заповнення гул-форм або демонстрації записів. В рамках кожної лабораторної роботи передбачено також самостійну роботу з аналізом літературних наукових джерел за тематикою лабораторних робіт, що сприятиме розвитку аналітичного мислення та вміння науково обґрунтовувати результати, отримані під час відпрацювання лабораторних робіт. Після завершення кожної обраної лабораторної роботи здобувачі вищої освіти оформляють протокол, який включає теоретичні відомості, хід роботи, розрахунки, опис результатів, графіки чи інший ілюстративний матеріал, висновки, та здають виконану роботу викладачу на перевірку. Після чого здійснюється усний захист цієї лабораторної роботи.

Нижче наведено перелік лабораторних робіт, які будуть запропоновані бригадам для опрацювання протягом семестру, та короткий опис запланованої роботи.

Тема	Опис заняття
Тема 1. Термінологія та основні поняття	Вступне заняття. Ознайомлення з технікою безпеки при роботі у лабораторії. Інформування про особливості проведення лабораторних робіт та правила оформлення протоколів. Повторення основних типів робіт у хімічній лабораторії (користування мірним посудом тощо). Ознайомлення з правилами поведінки під час повітряної тривоги, відвідання укриттів.
Тема 2. Оцінка екологічності	Перевірка токсичності вод та водних витяжок за допомогою мікроводоростей, рачків роду <i>Daphnia</i> та насіння рослин <i>Cucumis sativus</i> (цитостатичні дослідження)
Тема 3. Зелені хімічні технології в енергетичній галузі	Дослідження підходів та закономірностей у вирощуванні хлорели (Підготовка та аналіз поживних середовищ, вирощування хлорели на приготованих поживних середовищах. Дослідження впливу складу середовища на приріст біомаси хлорели, визначення залишкового вмісту нутрієнтів)
Тема 5. Зелені хімічні технології у харчовій промисловості та водоочищенні	Одержання та дослідження сорбційних матеріалів з відходів сільського господарства (Карбонізація сільськогосподарських відходів, активація одержаного біовугілля, дослідження сорбційної ефективності одержаних матеріалів. Дослідження складу одержаного сорбційного матеріалу шляхом аналізу золи)
Тема 7. Зелені хімічні технології у виробництві полімерів та ряду інших матеріалів	Дослідження впливу параметрів процесу на одержання біопластику з природних компонентів

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до модульної контрольної роботи (МКР), підготовка до лабораторних занять, написання реферату, підготовка до заліку. Рекомендований обсяг становить 70 годин, що відводяться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до лекційних та лабораторних занять	1–3 години на тиждень
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	2–4 години
Написання реферату	20 годин
Підготовка до заліку	25 годин

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні заняття проводяться у навчальних аудиторіях та лабораторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться за допомогою платформи дистанційного навчання Сікорський, лабораторні заняття – у навчальних лабораторіях або за допомогою платформи дистанційного навчання Сікорський. У

дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та лабораторних занять є обов'язковим. Політика кінцевих термінів здачі 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.

Підчас кожної лекції проводиться тестування за матеріалами попередньої лекції. Перед початком чергової теми лектор надсилає лекційний матеріал у формі презентації з метою кращого засвоєння студентами та підвищення рівня їх зацікавленості.

Правила захисту лабораторних робіт:

1) до захисту лабораторної роботи допускаються здобувачі вищої освіти, які правильно підготували протокол, виконали всі необхідні розрахунки (при наявності помилок їх необхідно усунути до захисту) та написали висновок до лабораторної роботи;

2) захист лабораторних робіт може відбуватись виключно під час лабораторних занять або консультацій;

3) перескладання захисту лабораторної роботи не є можливим.

Правила призначення заохочувальних балів:

1) виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з освітньої компоненти (участь у розробці нових лабораторних робіт) дає можливість отримати від 1 до 3 заохочувальних балів (за кожен вид завдань в залежності від складності завдання, яка визначається викладачем).

Теми нових лабораторних робіт:

- Синтез вуглецевих квантових точок з використанням у якості сировини відходів сільського господарства.

- Виготовлення збагачених нутрієнтами посівних паперових смужок з вторинної сировини та перевірка їх ефективності.

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: тестування на лекціях, виконання лабораторних робіт, МКР, реферат.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік у формі підсумкового оцінювання.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з освітньої компоненти розраховується, виходячи із 100-бальної шкали. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- модульну контрольну роботу (МКР) в двох частинах;
- експрес-опитування на лекціях;
- виконання лабораторних робіт;
- реферат;
- заохочувальні та штрафні бали.

Максимальна сума балів, яку здобувач вищої освіти може набрати протягом семестру без урахування заохочувальних та штрафних балів, а також без написання залікової роботи, складає 100 балів:

$$RC = r_{\text{МКР}} + r_{\text{ЕО}} + r_{\text{лаб}} + r_{\text{реф}} = 30 + 14 + 36 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Модульна контрольна робота.

Ваговий бал за МКР – **30 балів** (2 частини по 15 балів).

Оцінювання роботи проводиться у вигляді тестування (40 тестових питань по 0,375 балів кожне, ліміт часу – 100 хвилин).

2.2. Експрес-опитування на лекціях.

Ваговий бал – **14 балів** (14 експрес-опитувань по 1 балу кожне). Оцінювання роботи проводиться у вигляді тестування (5-10 питань (тестових та одне потребує написання відповіді), ліміт часу 10 хвилин).

2.4. Виконання лабораторних робіт.

Ваговий бал – **36 балів** (2 лабораторні роботи по 18 балів кожна). Оцінювання роботи проводиться за наступним розподілом:

– допуск до лабораторної роботи – 0–4 балів;

– виконання лабораторної роботи – 0–8 балів (по 0–2 бали за кожен пар лабораторних занять);

– захист лабораторної роботи – 0–6 балів.

2.5. Реферат.

Ваговий бал – **20 балів**.

– 18-20 балів – тема реферату розглянута повноцінно та вичерпно, реферат містить всі необхідні структурні елементи, оформлення реферату відповідає вимогам, використано сучасні літературні джерела, список посилань оформлено згідно до вимог, повністю відсутні або наявні дуже незначні помилки та недоліки, реферат здано вчасно;

– 15-17,9 балів – реферат містить всі необхідні структурні елементи, оформлення реферату майже повністю відповідає вимогам, використано застарілі літературні джерела, список посилань оформлено з незначними помилками, наявні незначні помилки та недоліки, реферат здано вчасно або із затримкою не більше 2-х днів;

– 12-14,9 балів – реферат містить не всі необхідні структурні елементи, оформлення реферату лише частково відповідає вимогам, використано малу кількість (менше 10) літературних джерел; список посилань оформлено з суттєвими помилками, наявні суттєві помилки та недоліки, реферат здано із затримкою не більше 5-х днів;

– 0-11,9 балів – оформлення реферату не відповідає вимогам, використано малу кількість (менше 5) літературних джерел; список посилань не наведено, або оформлено з грубими помилками, наявні грубі помилки та недоліки в рефераті, реферат здано із затримкою більше 5-х днів.

3. **Залік.** Ваговий бал – **30 балів**. Студенти виконують підсумкове тестування, що містить 90 тестових питань. Тривалість виконання – 1 година 20 хвилин.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру за умови написання залікової роботи, складає 100 балів:

$$RD = 0,7 \cdot RC + r_{\text{зал}} = 0,7 \cdot (r_{\text{МКР}} + r_{\text{ЕО}} + r_{\text{лаб}} + r_{\text{реф}} + r_{\text{з/ш}}) + r_{\text{зал}} = 0,7 \cdot (30 + 14 + 36 + 20) + 30 = 100 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до заліку є виконання обох частин МКР та кількість рейтингових балів не менше 60.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100-95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94-85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84-75</i>	<i>Добре</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Вимоги до оформлення розрахунково-графічної роботи наведені у Google Classroom «Зелені хімічні технології» (платформа Sikorsky-distance). Код курсу – tcekswu.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено: старшим викладачем кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології, к.т.н. Літинською М.І.

Ухвалено кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол № 27 від 24.06.2024 р.)¹

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

¹ Силабус спочатку погоджується метод. комісією, а потім ухвалюється кафедрою.