



# Хімічні технології нульового забруднення

## Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

### ✓ Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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 освітнього компонента	<i>нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна) /змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>6 ECTS (лекційні заняття – 18 годин, практичні заняття – 18 годин, лабораторні заняття – 36 годин, СРС – 108 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>іспит/МКР</i>
Розклад занять	<i>За розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника освітнього компонента / викладачів	Лектор: <i>зав.каф., д.т.н., проф. Донцова Тетяна Анатоліївна</i> Практичні заняття: <i>Ст. викладач, к.т.н. Феденко Юрій Миколайович</i> Лабораторні заняття: <i>доц., к.т.н., доц. Янушевська Олена Іванівна</i>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7721">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7721</a>

### ✓ Програма освітнього компонента

#### 1. Опис освітнього компонента, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Викладання здобувачам вищої освіти (з.в.о.) рівня Магістр освітнього компонента «Хімічні технології нульового забруднення» обумовлене необхідністю надати студентам знання в області створення безвідходних/екологічно чистих хімічних технологій, технологій переробки сучасних відходів, у тому числі в цінні продукти, з урахуванням європейського курсу, що дасть змогу майбутнім фахівцям забезпечувати постійне зменшення викидів в оточуюче середовище в Україні, а отже досягати принципів нульового забруднення, які сприятиме чистоті природних об'єктів – води, ґрунтів та повітря. Після опанування даної ОК з.в.о. будуть знати хімічну стратегію щодо сталого розвитку та принципів нульового забруднення як в Європі, так і в Україні, вміти проводити кваліфікований пошук сучасних досягнень в області безвідходних/екологічно чистих хімічних технологій, аргументовано підбирати більш доцільні технології та підходи до розробки нових екологічно чистих хімічних технологій, передбачати можливості виникнення артефактів та їм запобігати тощо.

Отже, метою освітнього компонента «Хімічні технології нульового забруднення» є формування у з.в.о. рівня Магістр **компетентностей**:

- ✓ Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК 01);

- ✓ Здатність оцінювати і адаптувати освоєні наукові методи і способи діяльності до умов сталого розвитку (ЗК 04);
- ✓ Здатність ідентифікувати, аналізувати і з науково-обґрунтованою аргументацією планувати стратегію вирішення хімікотехнологічних проблем і задач хімічних виробництв (ФХ 06);
- ✓ Здатність використовувати сучасні методи досліджень, проводити наукові експерименти та вирішувати актуальні технічні задачі в області хімічних технологій та інженерії (ФХ07);
- ✓ Здатність створювати екологічні, безвідходні, «зелені», «чисті», ресурсоефективні хімічні технології та сучасні технології моніторингу навколишнього середовища на основі стандартних та оригінальних підходів (ФХ11).

З.в.о. рівня Магістр після засвоєння освітнього компонента «Хімічні технології нульового забруднення» мають продемонструвати **знання** в:

- ✓ Критично осмислювати наукові концепції та сучасні теорії хімічних процесів та хімічної інженерії, застосовувати їх при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій (ПРН 01);
- ✓ Застосовувати передові знання сучасних концепцій, практик та методів для вдосконалення існуючих матеріалів та функціональних покриттів для визначення та прогнозування ключових параметрів і властивостей нових матеріалів та функціональних покриттів, в умовах лабораторії або виробництва (ПРН 08);
- ✓ Знання сучасних методів дослідження, приладів та обладнань, програмного забезпечення в області хімічних технологій та інженерії (ПРН 09);
- ✓ Планувати та виконувати експериментальні і теоретичні дослідження в сфері хімічних технологій і інженерії, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, презентувати результати досліджень (ПРН 10).

**Пререквізити та постреквізити** освітнього компонента «Хімічні технології нульового забруднення».

**Пререквізити:** набуті знання під час 1 року навчання в магістратурі за ОК: Зелена хімія для чистих хімічних технологій, Зелена хімія для чистих хімічних технологій. Курсова робота, Передові композитні матеріали та супергідрофобні поверхні, Хімічні технології захисту навколишнього середовища, Ресурсоефективні хімічні технології та циркулярна економіка.

**Постреквізити:** набуті знання та вміння можуть знадобитися для вирішення проблем в сфері розробки хімічних технологій, які націлені на екологічність, економічність, ефективність та охорону навколишнього середовища.

## **2. Зміст освітнього компонента**

*РОЗДІЛ 1. Загальні питання технологій нульового забруднення.*

*Тема 1.1. Поняття Zero Pollution. Європейський напрямок нульового забруднення повітря, води та ґрунту та основні положення піднапрямів. Амбіції нульового забруднення. Напрямок – нульовий вплив на довкілля. Європейські документи та кроки у напрямку нульового забруднення.*

*Тема 1.2. Наслідки збільшення "споживання", індустріалізації та урбанізації. Обсяги використання води, енергії та ресурсів для виробництва лікарських засобів.*

*Тема 1.3. Викиди CO<sub>2</sub> та викиди небезпечних та парникових газів. Екологічна стратегія нульового впливу на довкілля. Здоров'я та навколишнє середовище. Біорізноманіття та забруднення.*

*Тема 1.4. Стале виробництво та споживання. Соціальна справедливість. Напрямки розвитку Zero Pollution в Україні та його державна підтримка.*

## РОЗДІЛ 2. Практична реалізація технологій нульового забруднення.

Тема 2.1. Основні принципи в напрямках енергія, зміна клімату та охорона навколишнього середовища.

Тема 2.2. Безвідходні хімічні технології сьогодні (очищення шахтних вод). Існуючі новітні технології з урахуванням Zero Pollution (переробка пластику). Зелені нанотехнології.

Тема 2.3. Особливості створення Zero Pollution технологій у водному секторі (технології знешкодження антибіотиків, питання мікропластика).

Тема 2.4. Особливості створення Zero Pollution технологій, що пов'язані з ґрунтами та повітрям (видалення пестицидів та моніторинг повітряного середовища).

Тема 2.5. Інші промисловості та принципи побудови Zero Pollution технологій в їх секторах (електромобілі). Екологізація існуючих технологій (на прикладі мембранних технологій).

### 3. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету, у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології та за посиланням <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7721>. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та лабораторних заняттях.

#### Основна література

1. Хімічні технології нульового забруднення [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», / Т. А. Донцова, О.І. Янушевська О. І., Феденко Ю. М. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського ; автори: Т. А. Донцова, О.І. Янушевська, Ю.М. Феденко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 250 с. <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7721>

#### Додаткова література

2. Glavič, P.; Pintarič, Z.N.; Levičnik, H.; Dragojlović, V.; Bogataj, M. Transitioning towards Net-Zero Emissions in Chemical and Process Industries: A Holistic Perspective. *Processes* 2023, 11, 2647. <https://doi.org/10.3390/pr11092647>
3. Dawei Wang, Allyson L. Junker, Mika Sillanpää, Yilan Jiang, Zongsu Wei, Photo-Based Advanced Oxidation Processes for Zero Pollution: Where Are We Now?, *Engineering*, Volume 23, 2023, Pages 19-23, ISSN 2095-8099, <https://doi.org/10.1016/j.eng.2022.08.005>.
4. Vita Stokal, Eke J. Kuiper, Mirjam P. Bak, Paul Vriend, Mengru Wang, Jikke van Wijnen, Maryna Stokal, Future microplastics in the Black Sea: River exports and reduction options for zero pollution, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 178, 2022, 113633, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113633>.
5. Sanna Saarikoski, Anssi Järvinen, Lassi Markkula, Minna Aurela, Niina Kuittinen, Jussi Hoivala, Luis M.F. Barreira, Päivi Aakko-Saksa, Teemu Lepistö, Petteri Marjanen, Hilikka Timonen, Henri Hakkarainen, Pasi Jalava, Topi Rönkkö, Towards zero pollution vehicles by advanced fuels and exhaust aftertreatment technologies, *Environmental Pollution*, Volume 347, 2024, 123665, ISSN 0269-7491, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123665>.
6. Mark Z. Jacobson, Anna-Katharina von Krauland, Stephen J. Coughlin, Frances C. Palmer, Miles M. Smith, Zero air pollution and zero carbon from all energy at low cost and without blackouts in variable weather throughout the U.S. with 100% wind-water-solar and storage, *Renewable Energy*, Volume 184, 2022, Pages 430-442, ISSN 0960-1481, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.11.067>.

#### Інформаційні ресурси

7. [https://environment.ec.europa.eu/news/zero-pollution-ec-proposes-rules-cleaner-air-and-water-2022-10-26\\_en](https://environment.ec.europa.eu/news/zero-pollution-ec-proposes-rules-cleaner-air-and-water-2022-10-26_en)
8. [https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en)
9. <https://www.eea.europa.eu/publications/zero-pollution>

✓ Навчальний контент

#### 4. Методика опанування освітнього компонента

##### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітнього компонента проводиться паралельно з виконанням студентами практичних та лабораторних робіт та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої. При читанні лекцій у змішаному форматі застосовуються засоби для відеоконференцій (Zoom).

№	Опис заняття
1	<p><i>Розділ 1. Загальні питання технологій нульового забруднення.</i></p> <p><i>Тема 1.1. Поняття Zero Pollution. Європейський напрям нульового забруднення повітря, води та ґрунту та основні положення піднапрямів. Амбіції нульового забруднення. Напрямок – нульовий вплив на довкілля. Європейські документи та кроки у напрямку нульового забруднення.</i></p> <p><u>Основні питання:</u> <i>Основні поняття та документи концепції нульового забруднення.</i></p>
2	<p><i>Тема 1.2. Наслідки збільшення "споживання", індустріалізації та урбанізації. Обсяги використання води, енергії та ресурсів для виробництва лікарських засобів.</i></p> <p><u>Основні питання:</u> <i>Приклади впливу індустріалізації та урбанізації на навколишнє середовище.</i></p>
3	<p><i>Тема 1.3. Викиди CO<sub>2</sub> та викиди небезпечних та парникових газів. Екологічна стратегія нульового впливу на довкілля. Здоров'я та навколишнє середовище. Біорізноманіття та забруднення.</i></p> <p><u>Основні питання:</u> <i>Наслідки зміни клімату та його вплив на навколишнє середовище.</i></p>
4	<p><i>Тема 1.4. Стале виробництво та споживання. Соціальна справедливість. Напрямки розвитку Zero Pollution в Україні та його державна підтримка.</i></p> <p><u>Основні питання:</u> <i>Роль соціальних заходів у розвитку концепції нульового забруднення.</i></p>
5	<p><i>РОЗДІЛ 2. Практична реалізація технологій нульового забруднення.</i></p> <p><i>Тема 2.1. Основні принципи в напрямках енергія, зміна клімату та охорона навколишнього середовища.</i></p> <p><u>Основні питання:</u> <i>Енергетичні ініціативи для запобігання зміни клімату та охорони навколишнього середовища.</i></p>
6	<p><i>Тема 2.2. Безвідходні хімічні технології сьогодні (очищення шахтних вод). Існуючі новітні технології з урахуванням Zero Pollution (переробка пластику). Зелені нанотехнології.</i></p> <p><u>Основні питання:</u> <i>Реальні приклади сучасних безвідходних хімічних технологій.</i></p>
7	<p><i>Тема 2.3. Особливості створення Zero Pollution технологій у водному секторі (технології знешкодження антибіотиків, питання мікропластика).</i></p> <p><u>Основні питання:</u> <i>Хімічні технології нульового забруднення у водному секторі.</i></p>



8	<p>Тема 2.4. Особливості створення Zero Pollution технологій, що пов'язані з ґрунтами та повітрям (видалення пестицидів та моніторинг повітряного середовища).</p> <p><u>Основні питання:</u> Хімічні технології нульового забруднення для збереження чистоти ґрунтів та повітря.</p>
9	<p>Тема 2.5. Інші промисловості та принципи побудови Zero Pollution технологій в їх секторах (електромобілі). Екологізація існуючих технологій (на прикладі мембранних технологій).</p> <p><u>Основні питання:</u> Шляхи екологізації існуючих технологій.</p>

### Практичні заняття

Метою практичних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення даного освітнього компонента, а також розвитку комунікативних навичок під час наукової дискусії за темами, що розглядаються на практичних заняттях.

№	Опис заняття
1	Теми розділу 1. Семінар. Обговорення напрямку нульового забруднення повітря та особливостей створення хімічних технологій без забруднень повітря.
2	Продовження тем розділу 1. Семінар. Обговорення напрямку нульового забруднення води та особливостей створення хімічних технологій без забруднень води.
3	Продовження тем розділу 1. Семінар. Обговорення напрямку нульового забруднення ґрунту та особливостей створення хімічних технологій без забруднень ґрунтів.
4	Теми розділу 2. Семінар. Державні нормативні документи, які наявні за напрямом нульового забруднення довкілля.
5	Продовження тем розділу 2. Семінар. Оцінювання якості та чистоти водних об'єктів України. Засоби моніторингу.
6	Продовження тем розділу 2. Семінар. Оцінювання якості та чистоти повітря та ґрунтів України. Засоби моніторингу.
7	Доповіді за обраними темами.
8	Доповіді за обраними темами.
9	Модульна контрольна робота (МКР).

### Лабораторні заняття

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях, а також придбання практичних навичок за темами освітнього компонента. Для цього на лабораторних заняттях детально розглядаються хімічні технології в різних галузях промисловості з точки зору їх екологізації та знаходження максимально раціонального рішення для створення на їх основі технологій нульового забруднення. Передбачається також самостійна робота з сучасними літературними джерелами (наприклад, база Скопус). Протоколи та теоретичний матеріал до кожної лабораторної роботи знаходяться в підручнику (<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7721>). Особливістю лабораторних робіт на даній ОК є їх проведення у науково-дослідному форматі: студенти (1-2 студенти в бригаді) обирають собі тему лабораторної роботи, в рамках якої проводять «міні» наукове дослідження.

Заняття	Тема	Опис запланованої роботи
1		

2	Тема 1.3. Викиди CO <sub>2</sub> та викиди небезпечних та парникових газів. Екологічна стратегія нульового впливу на довкілля. Здоров'я та навколишнє середовище. Біорізноманіття та забруднення.	Лабораторна робота. Вловлювання карбон(IV) оксиду за допомогою хлорели.  <u>Мета:</u> засвоїти основні принципи вловлювання карбон(IV) оксиду (вуглекислого газу – CO <sub>2</sub> ) з повітря за допомогою хлорели в установці з барботажною та аерліфтною колоною, дослідити вплив вуглекислого газу на життєздатність хлорел, розрахувати кількість CO <sub>2</sub> , поглинутого хлорелами.
3	Тема 2.2. Безвідходні хімічні технології сьогодні (очищення шахтних вод). Існуючі новітні технології з урахуванням Zero Pollution (переробка пластику). Зелені нанотехнології.	Лабораторна робота. Каталітична переробка пластику.  <u>Мета:</u> дослідити каталітичний процес переробки пластику з використанням алюмосилікатних каталізаторів з метою ефективного перетворення пластику в вуглеводні.
4		
5	Тема 2.3. Особливості створення Zero Pollution технологій у водному секторі (технології знешкодження антибіотиків, питання мікропластика).	Лабораторна робота. 3D моделювання керамічних мембран в програмі Autodesk Fusion 360.  <u>Мета:</u> ознайомитись з основами комп'ютерного 3D-моделювання за допомогою CAD-програм. Розробити 3D-моделі мембранотримачів, підготувати моделі до 3D-друку з використанням слайсерів.
6		
7	Тема 2.3. Особливості створення Zero Pollution технологій у водному секторі (технології знешкодження антибіотиків, питання мікропластика).	Лабораторна робота. Синтез керамічних мембран для очищення води.  <u>Мета:</u> обрати та підготувати компоненти суміші для формування керамічної мембрани, сформувати мембрану методом сухого пресування і отримати мембрани різного фазового/хімічного складу за обраним температурним режимом.
8		
9	Тема 2.3. Особливості створення Zero Pollution технологій у водному секторі (технології знешкодження антибіотиків, питання мікропластика).	Лабораторна робота. Вилучення з води іонів важких металів феритним та адсорбційним методами з використанням магнітної рідини.  <u>Мета:</u> Синтезувати магнітну рідину та провести очищення води від іонів важких металів феритним методом. Порівняти ступінь вилучення іонів важких металів порошком магнетиту та свіжоприготованою магнітною рідиною. Провести визначення концентрації іонів важких металів у розчинах спектрофотометричним методом.
10		
11	Тема 2.3. Особливості створення Zero Pollution технологій у водному секторі (технології знешкодження антибіотиків, питання мікропластика).	Лабораторна робота. Очищення модельних водних об'єктів гальванічних виробництв від сполук Cr <sup>6+</sup> .  <u>Мета:</u> дослідити параметри процесу очищення води від сполук Cr <sup>6+</sup> на модельному розчині з
12		

	антибіотиків, питань мікропластика).	використанням адсорбційного, іонообмінного та реагентного методів.
13	Тема 2.4. Особливості створення Zero Pollution технологій, що пов'язані з ґрунтами та повітрям (видалення пестицидів та моніторинг повітряного середовища).	Лабораторна робота. Відновлювальне каталітичне знешкодження газових викидів NO <sub>2</sub> на композитних каталізаторах. <u>Мета:</u> дослідити каталітичну активність композитних каталізаторів різного складу в процесі газофазного відновлення нітроген оксидів.
14		
15	Відпрацювання та додаткові дослідження (за необхідності). Обговорення результатів	На даному занятті студенти доопрацьовують або поглиблюють свої дослідження та отримують консультації щодо представлення своїх результатів у звітах та презентаціях.
16		
17	Захист лабораторних робіт у вигляді доповіді та презентації.	
18		

## 5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних робіт, виконання ДКР, МКР та екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до лекційних занять	9 годин (9 лекцій)
Підготовка до МКР	6 годин
Підготовка до практичних занять	18 годин (9 практичних)
Підготовка до лабораторних занять	45 годин
Підготовка до екзамену	30 годин
Всього	108 годин

## 6. Модульна контрольна робота (МКР)

Виконання МКР передбачає проходження тесту Google Form на 20 питань. На виконання тесту передбачено 1 лекційне заняття, після цього часу надіслати заповнену форму буде неможливо, тобто автоматично МКР буде оцінено в 0 балів.

## ✓ Політика та контроль

### 7. Політика навчальної освітнього компонента

Складові рейтингу студента з ОК «Хімічні технології нульового забруднення»:

- 1) виконання доповіді на практичних заняттях;
- 2) виконання та захист лабораторного практикума.
- 3) написання МКР.
- 4) відповідь на екзамені.

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях хіміко-технологічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського. У змішаному

режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні роботи – у лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Виконання лабораторного практикуму та їх захист є обов'язковою складовою допуску до екзамену.

#### **Система вимог, які викладач ставить перед студентом:**

- ✓ політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (<https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>) встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни»;
- ✓ при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

#### **Правила захисту лабораторних робіт:**

До захисту лабораторного практикуму допускаються студенти, які в повному об'ємі виконали завдання на лабораторних заняттях. Захист відбувається на останньому лабораторному занятті у вигляді доповіді та презентації. Після перевірки звіту з лабораторних робіт та відповідного захисту викладачем виставляється загальна оцінка і лабораторний практикум вважається захищеним.

#### **Правила призначення заохочувальних балів:**

1. За модернізацію лабораторних робіт нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
2. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше ніж 6 балів за семестр (10% від рейтингу в семестрі)).

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

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету. <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>, що встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з ОК «Хімічні технології нульового забруднення».

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

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

1. Поточний контроль: доповідь на практичних заняттях, захист лабораторного практикуму та оформлення звіту (позитивна оцінка, яка має бути не менше 60% від зазначеного в PCO), написання МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: екзамен.

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

Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

1. **Лабораторні роботи захищаються у вигляді презентації з підготовкою відповідного звіту:**



«відмінно», творче розкриття поставленого завдання на лабораторних роботах, вільне володіння матеріалом – 27-30 балів;

«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 23-26 балів;

«задовільно», активна участь на практичному занятті – 18-22 балів;

«незадовільно» – 0 балів;

**2. Доповідь виконується один раз на семестр на практичних роботах:**

«відмінно», творче розкриття теми, вільне володіння матеріалом – 19-20 балів;

«добре», глибоке розкриття одного з питань дискусії – 15-18 балів;

«задовільно», розкриття матеріалу на достатньому рівні – 12-14 балів;

«незадовільно» – 0 балів;

**3. Модульна контрольна робота виконується один раз на семестр на практичних заняттях:**

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 бали;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7-8 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-7 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 8 балів) – 0 балів.

**Критерії екзаменаційного оцінювання:**

В екзаменаційному білеті передбачено два кейси з теоретичних запитань та завдань. Кожний кейс оцінюється у 20 балів. Система оцінювання питань:

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18–20 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 15 – 17 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 12 – 14 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати впродовж семестру, складає 60 балів:  $RC = r_{лб} + r_{рр} + r_{мкр} = 30 + 20 + 10 = 60$  балів.

**Приклади питань та завдань:**

1. Перелічіть основні принципи Zero Pollution.
2. Чому потрібно розвивати та впроваджувати основні принципи Zero Pollution?
3. Приведіть приклади досвіду Європейського Союзу використання принципів Zero Pollution.
4. Охарактеризуйте концепції нульового забруднення повітря.
5. Охарактеризуйте концепції нульового забруднення ґрунтів.
6. Охарактеризуйте концепції нульового забруднення води.
7. Яка нормативна база Європейського Союзу в напрямку нульового забруднення існує та що вона регулює?
8. Означте вплив індустріалізації на реалізацію концепції нульового забруднення.
9. Що таке урбанізація та як вона впливає на навколишнє середовище?
10. Перелічіть основні фактори подолання екологічних наслідків діяльності людини на прикладі виробництва лікарських засобів.
11. Перелічіть основні фактори подолання екологічних наслідків діяльності людини на прикладі викидів парникових газів.
12. Означте вплив нульового забруднення на здоров'я та біорізноманіття.
13. Надайте визначення сталому виробництву та споживанню та охарактеризуйте їх роль в області нульового забруднення.
14. Які напрямки розвитку Zero Pollution реалізуються в Україні?
15. Означте, в яких саме напрямках Zero Pollution наявна державна підтримка.
16. Охарактеризуйте склад та проблеми при очищенні шахтних вод.

17. Перелічіть основні методи переробки пластикових відходів та коротко їх охарактеризуйте.
18. Запропонуйте ваше бачення подолання проблем з пластиковими відходами.
19. Перелічіть основні проблеми мікропластику у світі.
20. Охарактеризуйте основні екологічні проблеми України та запропонуйте ваш підхід щодо їх подолання.
21. Аналіз документів концепції нульового забруднення (документ обирається студентом).
22. Аналіз впливу індустріалізації та урбанізації на навколишнє середовище (приклад обирається студентом).
23. Аналіз наслідків зміни клімату та його впливу на навколишнє середовище.
24. Запропонуйте соціальні заходи для розвитку концепції нульового забруднення в Україні.
25. Перелічіть та обґрунтуйте енергетичні ініціативи для запобігання зміни клімату.
26. Перелічіть та обґрунтуйте енергетичні ініціативи для охорони навколишнього середовища.
27. Запропонуйте власні ідеї щодо створення безвідходної хімічної технології для запропонованої схеми (обирається екзаменатором).
28. Обґрунтуйте важливість створення технологій нульового забруднення для водного сектору.
29. Запропонуйте шляхи збереження чистоти ґрунтів та повітря.
30. Надайте пропозиції для екологізації вашої магістерської наукової роботи.

Відповідно до Положення про організацію навчального процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, **необхідними умовами допуску до екзамену виконання і захист всіх лабораторного практикуму на позитивну оцінку, яка має бути не менше 60% від зазначеного в PCO, тобто 18 балів, а також стартовий рейтинг (rc) не менше 60% від RC, тобто  $rc = 0,6 RC = 0,6 \times 60 = 36$  балів.**

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

Силабус освітнього компонента:

Складено НПП кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології: д.т.н., проф. Донцова Т.А.

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

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 21.06.2024 року)