



Інноваційні технології переробки відходів
Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити навчальної освітньої компоненти	
Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія¹</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Для всіх освітніх програм спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/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>Одна лекція 2 години на 2 тижня (1 пара), практикум 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: кандидат технічних наук, Янушевська Олена Іванівна, l_rrr@ukr.net² Практичні / Семінарські: кандидат технічних наук, Янушевська Олена Іванівна, l_rrr@ukr.net</i>

Програма освітньої компоненти

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

Екологічна безпека є невід'ємною вимогою здорового існування людини в техногенних умовах. Одним з найпотужніших джерел забруднення довкілля токсичними речовинами є хімічна промисловість, тому й відповідальність щодо збереження здорових екологічних умов існування всього живого на планеті основним чином лежить на інженерах-хіміках. Від своєчасності та раціональності інженерних рішень хіміків-технологів, володіння ними теоретичною базою щодо основ рекуперації полутантів, своєчасного впровадження технологій, у тому числі й сучасних, знешкодження та утилізації токсичних викидів хімічної промисловості залежить

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

² 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 дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

ефективність використання природних ресурсів та екологічна безпека промислового комплексу.

Метою вивчення освітньої компоненти «Інноваційні технології переробки відходів» є опанування основ існуючих та сучасних методів екологізації процесів хімічної технології неорганічних речовин та технологій водоочищення студентами. Розуміння походження шкідливих викидів і побічних продуктів процесів в хімічній галузі та своєчасна їх переробка/утилізація в цілому сприяє зниженню наслідків антропогенного впливу на довкілля. Метою є вивчення технологій та методів знешкодження та утилізації газоподібних, рідких та твердих політантів виробництв неорганічних речовин, прикладів ефективного застосування термічних, сорбційних, каталітичних способів для створення «зелених» технологій утилізації відходів у галузі. Спрямовування уваги студентів на сучасні, новітні способи модернізації існуючих методів знешкодження політантів та на досягнення вчених у світі щодо розробок екологічного спрямування допомагає формуванню екологічної свідомості майбутніх хіміків-технологів.

Предмет освітньої компоненти – технологічні способи/схеми, технологічні режими, які дозволяють утилізувати, знешкоджувати, переробляти відходи виробництв неорганічних речовин та техногенні викиди.

1.2. Основні завдання освітньої компоненти

Студенти після засвоєння освітньої компоненти «Інноваційні технології переробки відходів» мають продемонструвати:

– **знання:** існуючих технологічних режимів утилізації, знешкодження, переробки шкідливих відходів технологій виробництва неорганічних речовин, водоочищення, побутових відходів, реальної та потенційної небезпеки забрудників та наслідків їх шкідливої дії на біоценоз; апаратного потенціалу, способів, у тому числі сучасних, для використання в процесах очищення і утилізації; потенціал новітніх технологій і принципів «зеленого синтезу» в хімічній галузі.

– **уміння:** оцінювати шкідливий вплив політантів на довкілля, пропонувати технологічні схеми і методи екологізації виробництва, обчислювання параметрів іонообмінних процесів; класифікувати існуючі шкідливі викиди виробництв неорганічних речовин та технологій водоочищення, моделювати технологічні способи та режими утилізації відходів.

– **досвід:** критичний моніторинг екологічної ситуації у галузі (цех, окремі виробництва, промислово-хімічний комплекс тощо), в рамках виконання дипломного проєкту та індивідуального завдання (реферат); застосування відомих способів знешкодження політантів, спроможність обґрунтування апаратного оформлення обраного способу.

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

2. Пререквізити освітньої компоненти: освітня компонента «Інноваційні технології переробки відходів» є затребуваною в сучасному суспільстві і вносить суттєвий внесок у формування професійних компетенцій сучасного фахівця з технології неорганічних речовин. Навчальний матеріал освітньої компоненти «Інноваційні технології переробки відходів» ґрунтується на знаннях нормативних освітніх компонент: «Неорганічна хімія», «Хімічна технологія неорганічних речовин», «Хімія, технологія і обладнання очищення стічних вод», «Фізична хімія».

Матеріал освітньої компоненти допомагає формувати інженерне мислення студентів, вміння користуватись знаннями з теорії і практики курсу «Процеси і апарати хімічних виробництв», створювати платформу для подальшого вивчення таких освітніх компонент як: «Основи проектування хімічних виробництв», «Сучасне обладнання технологічних процесів в галузі», допомагає формувати наукові та практичні підходи до виконання бакалаврського дипломного проєкту. Направленість освітньої компоненти на ознайомлення з сучасними методами знешкодження та утилізації політантів спонукає студентів виявляти зацікавленість до екологічних інновацій, моніторингу стану екологічних проблем, що допомагає студентам, як «завтрашнім» спеціалістам, підготуватись до розв'язування ряду реальних технологічних проблем у майбутній професійній діяльності.

3. Зміст освітньої компоненти

Вступ. Мета і задачі дисципліни «Інноваційні технології переробки відходів». Інноваційні технології утилізації твердих відходів. Загальні принципи екологізації твердих викидів. Мембранні технології та напрями їх використання. Рішення екологічних проблем за допомогою мембранних технологій. Полімерні, неорганічні та біологічні мембрани. Нанофільтрування та зворотний осмос. Проблеми, що виникають внаслідок використання мембранних технологій. Особливості регенерації/переробки/утилізації відпрацьованих полімерних/керамічних мембран. Запобігання утворення відходів з мембранних елементів. Повторне використання мембран. Переробка мембран. Утилізація мембран.

Загальні принципи екологізації викидів стічних вод. Моніторинг потрапляння забруднень у водні об'єкти і загрози, які спричиняє наявність у поверхневих водах неорганічних та органічних сполук різного генезису (неорганічні солі, кислоти, луги, барвники, антибіотики, пестициди тощо). Вимоги до стічних вод, що приймають до систем централізованого водовідведення Іонообмінні процеси, властивості іонітів, їх використання для очищення різних типів стічних вод. Методи регенерації (хімічна, безреагентна, електрохімічна) та утилізація іонообмінних смол. Технологічні схеми переробки іонітів.

Способи переробки коагуляційних осадів. Регенерація цінних продуктів зі стічних вод. Технологічні процеси обробки осадів стічних: ущільнення (згущення); стабілізація органічної частини; кондиціювання; зневоднення; термічна обробка; утилізація цінних продуктів; ліквідація осадів. Сорбційні методи очищення води. Типи сорбентів (цеоліти, активоване вугілля), їх особливості. Дезактивація та регенерація сорбентів. Утилізація відпрацьованих сорбентів. Переробка каталізаторів. Видалення з води специфічних токсичних забруднень. Забруднення стічних вод ПАР, радіоактивними речовинами. Способи очищення.

Схема механізму фотокаталітичного розкладання органічних забрудників стічних вод фармакологічних виробництв, технологічна схема з використанням фотореактора. Біохімічні методи в процесах очищення води. Особливості використання ативного мулу, ензимів в процесах очищення води. Методи кондиціювання, знезараження та утилізації мулових осадів. Фактори техногенного впливу на атмосферу. Глобальні екологічні проблеми. Проблема «парникового ефекту». Проблема руйнування озонового екрану. Проблема «кислотних дощів». Нормативні вимоги до вмісту політантів у навколишньому середовищі, екологічний моніторинг.

Технології очищення атмосфери від газових викидів. Технологічні методи очищення повітря від нітроген оксидів (NOx). «Сухі» способи очищення газових викидів від NOx. Каталітичне

відновлення, високотемпературне розкладання (селективне некаталітичне відновлення амоніаком та іншими відновлювальними агентами), адсорбційний метод.

«Мокрі» регенераційні та нерегенераційні способи очищення газових викидів від NOx. Окиснювально-абсорбційний, абсорбційно-окиснювальний, абсорбційно-відновлювальний (окиснювально-абсорбційно-відновлювальні) способи. Переваги і недоліки технологій очищення газових викидів від оксидів нітрогену.

Технологічні методи очищення повітря від сульфур оксидів (SOx). «Мокрі» регенераційні та нерегенераційні способи очищення газових викидів від SOx. Регенераційні способи очищення: абсорбційно-окиснювальні (некаталітичні) та абсорбційно-десорбційні (некаталітичні); абсорбційно-окиснювальні (каталітичні) та абсорбційно-відновлювальні (каталітичні).

«Сухі» методи очищення повітря від SOx: адсорбційно-термічні, адсорбційні, гетеро-каталітичні. Переваги і недоліки технологій очищення газових викидів від сульфур оксидів.

Технологічні методи очищення повітря від H₂S (CS₂, RSH). «Мокрі» методи очищення – абсорбційні, абсорбційно-абсорбційні, біологічні та «сухі» методи очищення – каталітичні, адсорбційні, абсорбційно-окиснювальні.

Технологічні методи очищення повітря від галогеновмісних сполук та меркурію. Абсорбційно-хемосорбційні методи очищення від фторвмісних сполук. Абсорбційно-хемосорбційні методи очищення від хлорвмісних сполук. Випаровування бром, йоду. Очищення викидних газів від парів меркурію «вологим» (кисотно-піролюзитний, хлорний) та «сухим» (піролюзитний) методами. Засоби очищення газових викидів від пилу.

Технологічні методи очищення повітря від карбон (II) оксиду (CO). Окиснювальні (некаталітичне та каталітичне допалювання), відновлювальні (метанування), мідно-аміачні методи.

Технологічні методи очищення повітря від карбон (IV) оксиду (CO₂). Абсорбційні методи (водою, лугами, солями, органічними розчинниками); електрохімічні методи; адсорбційні методи. Інноваційні методи переробки CO₂.

Основні завдання циклу практичних занять з освітньої компоненти «Інноваційні технології переробки відходів» є закріплення теоретичних знань, що викладено протягом лекційного курсу та для виконання самостійної роботи, для вирішення практичних завдань. Для цього на практичних заняттях виконуються розрахунки фізико-хімічних, технологічних параметрів, розрахунки відвернутих екологічних збитків, відшкодування збитків державі.

Тематика практичних занять: Стехіометричні розрахунки. Розрахунки допустимої об'ємної частки (об.%, ppm) для максимально разових та середньодобових викидів в атмосферу.

Основні поняття та вимоги до скидання стічних вод у систему каналізації. Плата за скид наднормативних забруднень у систему каналізації.

Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам (крім морських вод) внаслідок скидів забруднюючих речовин зі зворотними водами з перевищенням встановленого нормативу ГДС, грн. Розрахунок попереджених збитків.

Розрахунок динамічної та статичної обмінної ємності катіонітів, розрахунок іонообмінного фільтру.

Розрахунок індексу забруднення атмосфери (ІЗА). Розрахунок наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Розв'язування задач на масовий і молярний склад речовини. Розв'язування задач на визначення формули загоподібної речовини згідно її відносної густини за газами.

Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення.

Заслуховування та обговорення презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.
Захист студентами екологічних розрахунків за темою бакалаврського диплому.
Виконання модульної контрольної роботи щодо матеріалу лекційного курсу.

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 студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова:

1. Янушевська О. І., Супрунчук В. І., «Екологічна безпека технологічних процесів в галузі. Основи технології очищення викидних газів від NOx»: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 73 с.

2. Олійник М. А., Конспект лекцій з дисципліни «Технології очистки та утилізації промислових стоків та викидів» (Частина 1), Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 56 с.

3. Янушевська О. І., Кирій С. О., Косогіна І. В., Крimeць Г. В. «Основи технології переробки відходів»: підручник для здобувачів ступеня бакалавр за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»; Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 175 с.

Додаткова:

1. Бойко В. С., Буденко С. Ф., Ялпачик Ф. Ю. «Конструкції і розрахунки параметрів абсорберів»: Методичні вказівки для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування, Таврійський державний агротехнологічний університет, 2016 – 25 с.

2.

https://aquantis.com.ua/uk/technology/3?slug=tehnologija_ochyschennja_stichnyh_vod_biobox_mbr

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); код курсу p3ykwsk.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Проведення лекцій здійснюється паралельно з виконанням студентами робіт практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. Під час проведення лекцій застосовуються платформа Zoot та презентативний матеріал, який після проведення кожної лекції викладається в classroom на платформі Sikorsky-distance. Матеріали лекцій рекомендується додатково повторювати вдома разом з матеріалами, рекомендованими для самостійного опрацювання. На початку лекцій викладач може провести переключку серед присутніх студентів і занести інформацію щодо присутності в журнал.

№	Тиждень	Опис заняття
---	---------	--------------

1	1	<p>Тема 1 – Вступ. Мета і задачі дисципліни «Інноваційні технології переробки відходів». Інноваційні технології утилізації твердих відходів. Загальні принципи екологізації твердих викидів. Мембранні технології та напрями їх використання. Рішення екологічних проблем за допомогою мембранних технологій. Полімерні, неорганічні та біологічні мембрани. Нанofільтрування та зворотний осмос. Проблеми, що виникають внаслідок використання мембранних технологій. Особливості регенерації / переробки / утилізації відпрацьованих полімерних / керамічних мембран.</p> <p>Запобігання утворення відходів з мембранних елементів. Повторне використання мембран. Переробка мембран. Утилізація мембран.</p>
2	3	<p>Тема 2 – Загальні принципи екологізації викидів стічних вод. Моніторинг потрапляння забруднень у водні об'єкти і загрози, які спричиняє наявність у поверхневих водах неорганічних та органічних сполук різного генезису (неорганічні солі, кислоти, луги, барвники, антибіотики, пестициди тощо). Вимоги до стічних вод, що приймають до систем централізованого водовідведення</p> <p>Іонообмінні процеси, властивості іонітів, їх використання для очищення різних типів стічних вод. Методи регенерації (хімічна, безреагентна, електрохімічна) та утилізація іонообмінних смол. Технологічні схеми переробки іонітів.</p>
3	5	<p>Тема 3 – Способи переробки коагуляційних осадів. Регенерація цінних продуктів зі стічних вод. Технологічні процеси обробки осадів стічних: ущільнення (згущення); стабілізація органічної частини; кондиціонування; зневоднення; термічна обробка; утилізація цінних продуктів; ліквідація осадів. Сорбційні методи очищення води. Типи сорбентів (цеоліти, активоване вугілля), їх особливості. Дезактивація та регенерація сорбентів. Утилізація відпрацьованих сорбентів. Переробка каталізаторів. Видалення з води специфічних токсичних забруднень. Забруднення стічних вод ПАР, радіоактивними речовинами. Способи очищення.</p>
4	7	<p>Тема 4 – Схема механізму фотокаталітичного розкладання органічних забрудників стічних вод фармакологічних виробництв, технологічна схема з використанням фотореактора. Біохімічні методи в процесах очищення води. Особливості використання ативного мулу, ензимів в процесах очищення води. Методи кондиціонування, знезараження та утилізації мулових осадів.</p>
5	9	<p>Тема 5 – Фактори техногенного впливу на атмосферу. Глобальні екологічні проблеми. Проблема «парникового ефекту». Проблема руйнування озонового екрану. Проблема «кислотних дощів». Нормативні вимоги до вмісту полютантів у навколишньому середовищі, екологічний моніторинг.</p>
6	11	<p>Тема 6 – Технології очищення атмосфери від газових викидів. Технологічні методи очищення повітря від нітроген оксидів (NOx). «Сухі» способи очищення газових викидів від NOx. Каталітичне відновлення, високотемпературне розкладання (селективне некаталітичне відновлення амоніаком та іншими відновлювальними агентами), адсорбційний метод. «Мокрі» регенераційні та нерегенераційні</p>

		способи очищення газових викидів від NOx. Окиснювально-абсорбційний, абсорбційно-окиснювальний, абсорбційно-відновлювальний (окиснювально-абсорбційно-відновлювальні) способи. Переваги і недоліки технологій очищення газових викидів від оксидів нітрогену.
7	13	Тема 7 – Технологічні методи очищення повітря від сульфур оксидів (SOx). «Мокрі» регенераційні та нерегенераційні способи очищення газових викидів від SOx. Регенераційні способи очищення: абсорбційно-окиснювальні (некаталітичні) та абсорбційно-десорбційні (некаталітичні); абсорбційно-окиснювальні (каталітичні) та абсорбційно-відновлювальні (каталітичні). «Сухі» методи очищення повітря від SOx: адсорбційно-термічні, адсорбційні, гетеро-каталітичні. Переваги і недоліки технологій очищення газових викидів від сульфур оксидів. Технологічні методи очищення повітря від H ₂ S (CS ₂ , RSH). «Мокрі» методи очищення – абсорбційні, адсорбційно-абсорбційні, біологічні та «сухі» методи очищення – каталітичні, адсорбційні, адсорбційно-окиснювальні.
8	15	Тема 8 – Технологічні методи очищення повітря від галогеновмісних сполук та ртуті. Абсорбційно-хемосорбційні методи очищення від фторвмісних сполук. Абсорбційно-хемосорбційні методи очищення від хлорвмісних сполук. Випаровування бром, йоду. Очищення викидних газів від парів ртуті «вологим» (кисотно-піролюзитний, хлорний) та «сухим» (піролюзитний) методами. Засоби очищення газових викидів від пилу.
9	17	Тема 9 – Технологічні методи очищення повітря від карбон (II) оксиду (CO). Окиснювальні (некаталітичне та каталітичне допалювання), відновлювальні (метанування), мідно-аміачні методи. Технологічні методи очищення повітря від карбон (IV) оксиду (CO ₂). Абсорбційні методи (водою, лугами, солями, органічними розчинниками); електрохімічні методи; адсорбційні методи. Інноваційні методи переробки CO ₂ .

Практикум

Метою практикуму є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти «Інноваційні технології переробки відходів». Матеріал практикуму спрямований на одержання досвіду розв'язання практичних задач з розрахунків екологічного спрямування, та з розрахунків щодо обчислення шкідливого впливу речовин на довкілля, концентрацій сполук згідно IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). Практикум включає огляд основних апаратів хімічної технології, що застосовуються на виробництві з метою переробки викидів, за завданням викладача кожний студент робить презентацію з доповіддю на практичному занятті про принцип роботи та застосування апарата екологічного призначення, презентація та доповідь оцінюється викладачем. Кожен студент готує презентацію з доповіддю на практичному занятті щодо екологізації технологічної схеми бакалаврського диплому (тема бакалаврського диплому узгоджується з керівником диплому до початку п'ятого практичного заняття за розкладом), презентація та доповідь оцінюється викладачем.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Стехіометричні та концентраційні розрахунки.	Стехіометричні розрахунки. Розрахунки допустимої об'ємної частки (об.%, ppm) для максимально разових та середньодобових викидів в атмосферу. Перерахунок концентрацій.
1		Стехіометричні розрахунки. Розрахунки допустимої об'ємної частки (об.%, ppm) для максимально разових та середньодобових викидів в атмосферу. Перерахунок концентрацій.
2	Екологічні розрахунки.	Основні поняття та вимоги до скидання стічних вод у систему каналізації. Плата за скид наднормативних забруднень у систему каналізації.
		Основні поняття та вимоги до скидання стічних вод у систему каналізації. Плата за скид наднормативних забруднень у систему каналізації.
3	Екологічні розрахунки.	Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам (крім морських вод) внаслідок скидів забруднюючих речовин зі зворотними водами з перевищенням встановленого нормативу ГДС, грн. Розрахунок попереджених збитків.
		Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам (крім морських вод) внаслідок скидів забруднюючих речовин зі зворотними водами з перевищенням встановленого нормативу ГДС, грн. Розрахунок попереджених збитків.
4	Закріплення матеріалу щодо розрахунків концентрацій. Розрахунок іонітів.	Розрахунок динамічної та статичної обмінної ємності катіонітів, розрахунок іонообмінного фільтру.
		Розрахунок динамічної та статичної обмінної ємності катіонітів, розрахунок іонообмінного фільтру
5	Екологічні розрахунки.	Розрахунок індексу забруднення атмосфери (ІЗА). Розрахунок наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.
		Розрахунок індексу забруднення атмосфери (ІЗА). Розрахунок наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.
6	Взаємозв'язок масового та молярного складів речовини. Відносна густина речовин.	Розв'язування задач на масовий і молярний складу речовини. Розв'язування задач на визначення формули загоподібної речовини згідно її відносної густини за газами.
		Розв'язування задач на масовий і молярний складу речовини. Розв'язування задач на визначення формули загоподібної речовини згідно її відносної

		<i>густини за газами.</i>
7	<i>Апарати хімічної технології екологічного спрямування. Забруднення довкілля викидами різного походження.</i>	<i>Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення .</i> <i>Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення .</i>
8	<i>Апарати хімічної технології екологічного спрямування. Забруднення довкілля викидами різного походження.</i>	<i>Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення .</i> <i>Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення .</i>
9	<i>Апарати хімічної технології екологічного спрямування. Забруднення довкілля викидами різного походження.</i>	<i>Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення .</i> <i>Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення .</i>
10	<i>Апарати хімічної технології екологічного спрямування. Забруднення довкілля викидами різного походження.</i>	<i>Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення .</i> <i>Заслуховування та обговорення презентацій студентських робіт (домашнє завдання) щодо апаратів екологічного призначення .</i>
11	<i>Технологічні схеми та їх екологізація за темою бакалаврського диплому.</i>	<i>Заслуховування та обговорення презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.</i>
11		<i>Продовження заслуховування презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.</i>
12	<i>Технологічні схеми та їх екологізація за темою бакалаврського диплому.</i>	<i>Продовження заслуховування презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.</i>
12		<i>Продовження заслуховування презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.</i>
13	<i>Технологічні схеми та їх екологізація за темою бакалаврського диплому.</i>	<i>Продовження заслуховування презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.</i>

13		Продовження заслуховування презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.
14	Технологічні схеми та їх екологізація за темою бакалаврського диплому.	Продовження заслуховування презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.
14		Продовження заслуховування презентацій та захисту студентами своїх робіт (домашнє завдання) щодо екологізації технологічної схеми за темою бакалаврського диплому.
15	Екологічні розрахунки за темою бакалаврського диплому.	Захист студентами екологічних розрахунків за темою бакалаврського диплому.
15		Захист студентами екологічних розрахунків за темою бакалаврського диплому.
16	Екологічні розрахунки за темою бакалаврського диплому.	Захист студентами екологічних розрахунків за темою бакалаврського диплому.
16		Захист студентами екологічних розрахунків за темою бакалаврського диплому.
17	Модульна контрольна робота. Робота над помилками.	Виконання модульної контрольної роботи щодо матеріалу лекційного курсу.
17		Виконання модульної контрольної роботи щодо матеріалу лекційного курсу.
18	Залікове заняття.	Робота над помилками модульної роботи. Підсумування результатів академічної успішності студентів.
18		Робота над помилками модульної роботи. Підсумування результатів академічної успішності студентів.

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, виконання домашніх завдань за матеріалами практикуму, підготовка домашніх завдань – презентацій (презентації щодо апаратів хімічної технології екологічного призначення за завданням викладача, презентації щодо екологічної частини бакалаврського проєкту за завданням і погодженням керівника дипломного проєкту), виконання реферату з екологічної частини бакалаврського проєкту або за завданням викладача, підготовка до МКР та заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, виконання домашніх завдань.	0,5 години на тиждень
Виконання реферату	15 годин

Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	2 години
Підготовка до заліку	6 годин

Політика та контроль

6. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції 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 виконання та контролю виконання самостійних робіт та домашніх завдань:

- 1. Завдання самостійної роботи за матеріалами практикуму оприлюднюються через платформу дистанційного навчання Сікорський (G Suite) під час практичного заняття за матеріалами попереднього практичного заняття. Домашні завдання – презентації (презентації щодо апаратів хімічної технології екологічного призначення за завданням викладача та презентації щодо екологічної частини бакалаврського проекту за завданням і погодженням керівника дипломного проекту) оприлюднюються через платформу дистанційного навчання Сікорський (G Suite) за 10 діб до запланованого терміну виконання.*
- 2. Виконані студентом самостійні роботи та домашні завдання перевіряються викладачем та оцінюється в особистому кабінеті студента в classroom та виставляється в системі «Капус КПІ».*
- 3. Завдання, що пропонуються студентам для самостійного опрацювання вдома, оцінюються згідно правил призначення заохочувальних балів.*

Правила призначення заохочувальних балів:

- 1. Якщо самостійні роботи, домашні завдання або реферат не були виконані студентом в терміни, призначені через платформу дистанційного навчання Сікорський (G Suite) в classroom без поважних причин, то такі роботи не приймаються викладачем і не оцінюються. Поважні причини для невиконання домашніх завдань або реферату обговорюються індивідуально між студентом та викладачем, такою причиною може бути лише хвороба студента, яка підтверджена наявністю медичної довідки із відповідного медичного закладу або складні сімейні обставини. У такому випадку після розгляду причин невиконання домашніх завдань або реферату вчасно, викладачем може бути прийнято рішення про продовження термінів виконання робіт або надання студенту можливості ліквідувати академічні заборгованості шляхом оформлення індивідуального графіку.*
- 2. За виконання завдання для самостійного опрацювання вдома нараховується до 1 заохочувального балу (але не більше 4 балів на семестр).*

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про 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.

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: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

2. Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

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

- 1) активну участь на 7-х практичних заняттях та виконання 5-ох самостійних робіт та 2-ох презентацій;
- 2) виконання модульної контрольної (МКР), передбаченої навчальним планом.
- 3) виконання реферату (письмово);

Якщо студент вчасно не виконав самостійні роботи під час практичних занять, передбачені навчальним планом, він не оцінюється і не отримує бали на невиконані роботи. У поза навчальний час за розкладом занять такі самостійні роботи не приймаються викладачем, але невиконання самостійних робіт не може бути причиною недопуску студента до заліку.

Обов'язковими видами робіт, без виконання яких студент не допускається до заліку є наступні види робіт:

- презентація з доповіддю на практичному занятті щодо апаратів хімічної технології екологічного призначення за завданням викладача;
- презентація з доповіддю щодо екологічної частини бакалаврського проекту за завданням і погодженням керівника дипломного проекту;
- МКР;
- реферат.

2. Критерії нарахування балів:

1. Практичні роботи ($r_{пр1}$), що максимально оцінюються в 5 бали:

«відмінно», повне розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом – 5 балів;

«добре», глибоке розкриття одного з питань – 4 бали;

«задовільно», виконання плану практичного заняття – 3 бали;

«незадовільно», не виконання завдання повністю або виконання з грубими помилками – 0 балів.

Практична робота ($r_{пр2}$), що максимально оцінюється в 8 бали:

«відмінно», повний та творчий підхід до розкриття теми завдання, вільне володіння матеріалом – 8 балів;

«добре», достатньо розкриття теми завдання – 6 бали;

«задовільно», виконання плану практичного заняття за формальними ознаками – 3 бали;

«незадовільно», не виконання завдання повністю або виконання з грубими помилками – 0 балів.

Практична робота ($r_{пр3}$), що максимально оцінюється в 12 бали:

«відмінно», повне розкриття одного з питань, вільне володіння матеріалом – 12 балів;

«добре», глибоке розкриття одного з питань – 7 бали;

«задовільно», виконання плану практичного заняття – 5 бали;

«незадовільно», не виконання завдання повністю або виконання з грубими помилками – 0 балів.

2. Модульна контрольна ($r_{мкр}$): «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 – 17 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 10 балів;

«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) – 0 балів.

3. Реферат ($r_{\text{а}}$):

«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 35 балів;

«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 30 балів;

«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 27 «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) – 0 балів.

За кожний тиждень запізнення здачі реферату від встановленого викладачем терміну оцінка знижується на 2 балів.

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модулю (RD)

Рейтингова оцінка (RD) з кредитного модуля 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:

$$(\sum r_k)_{max} = 5 \times 5 + 1 \times 8 + 1 \times 12 + 20 + 35 = 100.$$

Студент, який отримав мінімальні позитивні бали за всіма контролями, матиме у підсумку не менше 60 балів:

$$(\sum r_k)_{min} = 5 \times 3 + 1 \times 3 + 1 \times 5 + 10 + 27 = 60.$$

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:

- виконання двох презентацій та доповідей на практичних заняттях (презентації щодо апаратів хімічної технології екологічного призначення за завданням викладача та презентації щодо екологічної частини бакалаврського проекту за завданням і погодженням керівника дипломного проекту);
- виконання реферату з екологічної частини бакалаврського проекту або за завданням викладача (письмово) у встановлені терміни;
- виконання МКР у встановлені терміни.

Кількість рейтингових балів, що надає право студенту бути допущеним до складання залікової роботи, повинна бути не менше 30 балів.

Усі види необхідних вищеперелічених робіт, що мають бути виконані студентом для допуску його до заліку, мають бути виконані та зараховані з позитивною оцінкою викладачем до 29-го грудня 2023 року.

Додаткова інформація з освітньої компоненти

Презентації лекцій наведено у Google Classroom «Інноваційні технології переробки відходів» (платформа Sikorsky-distance). Код курсу **p3ykwsk**.

Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час заліку: 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.

Ухвалено кафедрою ТНР В та ЗХТ (протокол № 29 від 28.06.2023 р.)

Погоджено методичною комісією факультету³ (протокол № 9 від 25.05.2023 р.)

³ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.