



Традиційна водопідготовка

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>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус освітньої компоненти	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг освітньої компоненти	<i>4 кредити (лекційні заняття – 36 годин, лабораторні заняття – 36 годин, СРС – 48 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР, РГР</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 tupkpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., ст. викладач Літинська Марта Ігорівна, m.litynska-2017@kpi.ua</i> ¹ Лабораторні заняття: <i>к.т.н., асистент Літинська Марта Ігорівна, m.litynska-2017@kpi.ua</i>

Програма освітньої компоненти

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

Необхідність викладання студентам освітньої компоненти «Традиційна водопідготовка» зумовлена постійною потребою людства у безпечній питній воді та необхідністю збереження природних екосистем шляхом очищення стічних вод перед скиданням їх до водойм.

Освітня компонента «Традиційна водопідготовка» займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця, оскільки надає студентам здатностей використовувати сучасні уявлення про різні типи водоочисних процесів, апарати для їх здійснення, умови застосування цих процесів та послідовності розташування апаратів у схемах водоочищення; оцінювати доцільність використання тих чи інших методів очищення для вод різного складу, походження та призначення. Також ця освітня компонента надає студентам необхідні знання щодо застосування на практиці принципів складання принципових схем у відповідності до показників якості води, які потребують нормалізації, для потреб різних типів водоспоживачів. Навчальний матеріал освітньої компоненти «Традиційна водопідготовка» базується на знаннях освітніх

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.

компонент «Фізика», «Загальна та неорганічна хімія», а також формує базу для подальшого вивчення профільюючих вибіркових освітніх компонент, таких як «Інноваційні технології переробки відходів», «Моделювання в хімічній інженерії», «Моніторинг водних ресурсів», «Новітні технології водопідготовки» та «Стандартизація та сертифікація хімічної продукції та аналітичних методик».

Предмет освітньої компоненти: процеси підготовки питної води та очищення стічних вод; апарати для водопідготовки та водоочищення; матеріали для водоочищення; показники якості вод різного призначення.

Метою освітньої компоненти є формування у студентів:

- базових уявлень про процеси які використовуються у водопідготовці та водоочищенні;
- здатності проєктувати процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень;
- базових уявлень про принципи та напрямки водопідготовки та водоочищення;
- сучасних уявлень про водоочисне обладнання, а також способи екологізації існуючих схем водопідготовки та водоочищення;
- базові уявлення про основні закономірності розвитку процесів очищення води;
- розуміння ролі очищення води у сучасному суспільстві, розуміння соціальних і екологічних наслідків своєї професійної діяльності.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основних принципів та напрямів водопідготовки та водоочищення;
- переваг та недоліків традиційних та іноваційних технологій;
- основних критеріїв оцінки якості води різного типу та призначення;
- оцінювання доцільності використання різних типів водоочисних апаратів;
- сучасних тенденцій прогресу у водопідготовці та водоочищенні;
- особливостей застосування різних типів апаратів та матеріалів для очищення води;
- розуміння шляхів екологізації існуючих схем водопідготовки та водоочищення.

уміння:

- здійснювати пошук та аналіз сучасних літературних джерел;
- оцінювати наслідки різних типів водоочисних процесів для навколишнього середовища;
- забезпечувати безпеку персоналу та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері хімічної інженерії;
- аналізувати проби води на вміст ряду політантів та на основі цього розраховувати ефективність процесів очищення води;
- обирати апаратне оформлення процесів водопідготовки і водоочищення та складати принципові схеми в залежності від показників якості вихідної води та вимог до води після очищення;
- застосовувати сучасні підходи до організації процесів водоочищення, що чинять мінімальний вплив на навколишнє середовище.

досвід:

- використання сучасних і новітніх літературних джерел для наукового обґрунтування внесення змін у процеси водопідготовки та водоочищення з метою приведення цих процесів у відповідність до екологічно та технологічно зумовлених вимог;
- використання розрахунків для обґрунтування необхідності удосконалення та екологізації процесів водопідготовки та водоочищення;

- використання теоретичних положень загальної і неорганічної хімії та довідкових даних фізико-хімічних властивостей сполук для розробки способів приведення процесів водопідготовки та водоочищення до екологічно та технологічно зумовлених вимог.

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

- ЗК02 здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК06 прагнення до збереження навколишнього середовища;
- ФК08 здатність оформлювати технічну документацію, згідно з чинними вимогами;
- ФК09 Здатність проводити учбово-дослідні експерименти та володіти основними прийомами роботи в хімічній лабораторії;
- ФК15 Здатність виконувати технічні креслення технологічного обладнання, розробляти проектну та робочу технічну документацію в технологіях неорганічних речовин, мінеральних добрив та водоочищення.

Компетенції, одержані здобувачами вищої освіти в процесі вивчення освітньої компоненти «Традиційна водопідготовка», будуть застосовуватись ними для виконання наукових робіт, бакалаврського дипломного проекту 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 проекти, 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.

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:

Фізика	Знання про природу ряду фізичних процесів (розчинення, осідання під дією гравітації тощо), турбулентний і ламінарний режими течії та їх особливості.
Загальна та неорганічна хімія	Взаємодія різних хімічних речовин, розрахунок розчинності, вплив рН та сторонніх іонів на розчинення та перебіг деяких хімічних реакцій.
Техніка хімічного експерименту	Знання щодо принципів проведення лабораторних експериментів, базові навички роботи в хімічній лабораторії.
Процеси і апарати	Розуміння принципів вибору обладнання для забезпечення різних типів процесів.
Загальна хімічна технологія	Розрахунок на перерахунок різних типів концентрацій розчинених речовин, умінь приготування розчинів заданої концентрації, розрахунки показників ефективності процесів.

Постреквізити освітнього компонента: всі освітні компоненти, в рамках яких передбачено знання, уміння та досвід щодо процесів та апаратів для водопідготовки та

водоочищення, складання відповідних принципових та технологічних схем, а також вирішення екологічних проблем, що можуть виникнути в процесі водопідготовки та водоочищення.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Джерела, призначення та нормативні вимоги до різних типів вод.

Природні води. Стічні води. Технічні води. Оборотні води. Питна вода. Централізовані та децентралізовані системи. Нормативні документи, що характеризують вимоги до якості вод різного призначення.

Тема 2. Безреагентне видалення завислих та спливаючих речовин

Решітки, сітки та мікросита. Типи відстійників, їх будова та принципи їх функціонування. Септики. Апарати для відділення рідкої фази, яка не змішується з водою (нафтовловлювачі, бензолівки тощо). Механічні фільтри, їх типи, будова та принципи роботи.

Тема 3. Процеси водопідготовки та водоочищення на основі коагуляції.

Фізико-хімічні основи коагуляції. Коагулянти. Типи коагулянтів. Особливості підбору коагулянтів згідно складу вихідної води, кліматичних умов, призначення води та наступних стадій очищення. Флокулянти. Типи флокулянтів. Особливості підбору флокулянтів. Комбіновані процеси (коагуляція+флокуляція, коагуляція+флотація, коагуляція+фільтрація, коагуляція+біологічне очищення тощо). Апарати для коагуляції. Контактна коагуляція. Будова фільтрів для контактної коагуляції. Технологія DynaSand. Використання перегородок та ламел у коагуляційному очищенні. Технологія Actiflo. Технологія AquaDAF.

Тема 4. Процеси біологічного очищення води.

Основні принципи біологічних методів очищення води. Аеробні та анаеробні процеси. Утилізація сполук нітрогену, фосфору та органічних речовин за допомогою мікроорганізмів. Типи процесів біологічного очищення. Активний мул. Апарати з завислим активним мулом (аеротенки тощо). Біоплівка. Апарати з біоплівкою на носії. Біофільтри. Біореактори.

Тема 5. Баромембранні процеси.

Основні принципи функціонування баромембранних процесів. Класифікація баромембранних процесів. Мікрофільтрація. Ультрафільтрація. Нанофільтрація. Зворотний осмос. Типи та будова мембранних елементів різного призначення. Будова мембран різних типів. Фолулінг. Типи фолулінгу.

Тема 6. Адсорбційне очищення та іонний обмін

Типи адсорбції. Фізико-хімічні основи адсорбції. Адсорбенти. Типи адсорбентів. Вибір адсорбентів в залежності від типу політанту. Апарати для адсорбції. Адсорбція суспендованим адсорбентом. Адсорбери з нерухомим шаром завантаження. Іонообмінні матеріали. Фізико-хімічні основи іонного обміну. Класифікація іонітів. Іонообмінні фільтри. Регенерація адсорбентів та іонітів. Технологія Urcore.

Тема 7. Знезараження води

Класифікація методів знезараження води. Хлорування. Реагенти для хлорування. Фізико-хімічні основи хлорування. Генератори натрію гіпохориту. Хлоратори. Будова хлораторів. Озонування. Фізико-хімічні основи озонування. Генератори озону. Озонатори. Будова озонаторів. Ультрафіолетове (УФ) знезараження. Фізико-хімічні основи УФ-знезараження. Типи та будова ламп для УФ-знезараження. Порівняльна характеристика найбільш розповсюджених методів знезараження.

Тема 8. Методи водопідготовки з вузькою сферою застосування

Екстракція. Діаліз. Електродіаліз. Кріознесолення. Термічна дистиляція. Мембранна дистиляція. Сонячна дистиляція. Аерація. Дегазація.

Тема 9. Побудова принципів та технологічних схем

Складання схем для централізованої підготовки питної води з вихідної води різної якості. Складання схем для децентралізованої підготовки питної води з вихідної води різної якості. Складання схем для очищення технічної води для повернення в технологічний цикл. Складання схем для централізованого очищення стічних вод різного складу. Складання схем для децентралізованого очищення побутових стічних вод.

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 лабораторних заняттях.

Базова:

- 1. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. К.: Знання, 2009. -735 с.*
- 2. Фізико-хімічні методи очищення води. Управління водними ресурсами / під редакцією І.М. Астреліна, Х. Ратнавіри. – К.: Ніка-центр, 2015. – 614 с.*

Додаткова

- 3. Fath, B. D., Jørgensen, S. E., & Cole, M. (2020). Managing Water Resources and Hydrological Systems (Environmental Management Handbook, Second Edition, Six-Volume Set) (2nd ed.). CRC Press.*
- 4. Zelenakova, M., Hlavínek, P., & Negm, A. M. (2020). Management of Water Quality and Quantity (Springer Water) (1st ed. 2020 ed.). Springer.*
- 5. Hülsmann, S., & Ardakanian, R. (2019). Managing Water, Soil and Waste Resources to Achieve Sustainable Development Goals: Monitoring and Implementation of Integrated Resources Management (Springerbriefs in Environmental Science) (Softcover reprint of the original 1st ed. 2018 ed.). Springer.*

Інформаційні ресурси

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

Навчальний контент

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 РСО. Тема 1 – Джерела, призначення та нормативні вимоги до різних типів вод: Природні води. Стічні води. Технічні води. Оборотні води. Питна вода. Централізовані та децентралізовані системи. Нормативні документи, що характеризують вимоги до якості вод різного призначення.
2	Тема 2 – Безреагентне видалення завислих та спливаючих речовин: Решітки, сітки та мікросита. Типи відстійників, їх будова та принципи їх функціонування. Септики. Апарати для відділення рідкої фази, яка не змішується з водою (нафтовловлювачі, бензолівки тощо). Механічні фільтри, їх типи, будова та принципи роботи.
3	Тема 3 – Процеси водопідготовки та водоочищення на основі коагуляції: Фізико-хімічні основи коагуляції. Коагулянти. Типи коагулянтів. Особливості підбору коагулянтів згідно складу вихідної води, кліматичних умов, призначення води та наступних стадій очищення.
4	Продовження теми 3: Флокулянти. Типи флокулянтів. Особливості підбору флокулянтів. Комбіновані процеси (коагуляція+флокуляція, коагуляція+флотація, коагуляція+фільтрація, коагуляція+біологічне очищення тощо).
5	Продовження теми 3: Апарати для коагуляції. Контактна коагуляція. Будова фільтрів для контактної коагуляції. Технологія DynaSand. Використання перегородок та ламел у коагуляційному очищенні. Технологія Actiflo. Технологія AquaDAF.
6	Тема 4 – Процеси біологічного очищення води: Основні принципи біологічних методів очищення води. Аеробні та анаеробні процеси. Утилізація сполук нітрогену, фосфору та органічних речовин за допомогою мікроорганізмів. Типи процесів біологічного очищення.
7	Продовження теми 4: Активний мул. Апарати з завислим активним мулом (аеротенки тощо). Біоплівка. Апарати з біоплівкою на носії. Біофільтри. Біореактори.
8	Модульна контрольна робота. Частина 1
9	Тема 5 – Тема 5. Баромембранні процеси: Основні принципи функціонування баромембранних процесів. Класифікація баромембранних процесів. Мікрофільтрація. Ультрафільтрація. Нанофільтрація. Зворотний осмос.
10	Продовження теми 5: Типи та будова мембранних елементів різного призначення. Будова мембран різних типів. Фолулінг. Типи фолулінгу.
11	Тема 6 – Адсорбційне очищення та іонний обмін: Типи адсорбції. Фізико-хімічні основи адсорбції. Адсорбенти. Типи адсорбентів. Вибір адсорбентів в залежності від типу полютанту. Апарати для адсорбції. Адсорбція суспендованим адсорбентом. Адсорбери з нерухомим шаром завантаження.
12	Продовження теми 6: Іонообмінні матеріали. Фізико-хімічні основи іонного обміну. Класифікація іонітів. Іонообмінні фільтри. Регенерація адсорбентів та іонітів. Технологія Urcore.
13	Тема 7 – Знезараження води: Класифікація методів знезараження води. Хлорування. Реагенти для хлорування. Фізико-хімічні основи хлорування. Генератори натрію гіпохориту. Хлоратори. Будова хлораторів.
14	Продовження теми 7: Озонування. Фізико-хімічні основи озонування. Генератори озону. Озонатори. Будова озонаторів. Ультрафіолетове (УФ) знезараження. Фізико-хімічні основи УФ-знезараження. Типи та будова ламп для УФ-знезараження. Порівняльна характеристика найбільш розповсюджених методів знезараження.

15	Тема 8 – Методи водопідготовки з вузькою сферою застосування: Екстракція. Діаліз. Електродіаліз. Кріознесолення. Термічна дистиляція. Мембранна дистиляція. Сонячна дистиляція. Аерація. Дегазація.
16	Тема 9 – Побудова принципів та технологічних схем: Складання схем для централізованої підготовки питної води з вихідної води різної якості. Складання схем для децентралізованої підготовки питної води з вихідної води різної якості. Складання схем для очищення технічної води для повернення в технологічний цикл.
17	Модульна контрольна робота. Частина 2
18	Продовження теми 9: Складання схем для централізованого очищення стічних вод різного складу. Складання схем для децентралізованого очищення побутових стічних вод.

Лабораторні заняття

Основними завданнями циклу лабораторних занять з освітньої компоненти «Традиційна водопідготовка» є закріплення теоретичних знань, набутих на лекційних заняттях та при самостійній роботі, для вирішення конкретних завдань по очищенню зразків води, аналізу проб води до і після очищення та розрахунку ефективності процесу очищення. Для цього на лабораторних заняттях студенти ознайомлюються зі способами очищення води та методиками визначення ряду показників якості води. Порядок виконання лабораторних робіт може не співпадати з порядком лабораторних робіт у списку з метою оптимізації використання робочого простору лабораторії.

№	Тема	Опис заняття
1	Тема 1 – Джерела, призначення та нормативні вимоги до різних типів вод	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 наявним обладнанням для очищення та аналізу зразків води.
2	Тема 2 – Безреагентне видалення завислих та спливаючих речовин Тема 3 – Процеси водопідготовки та водоочищення на основі коагуляції	Зменшення каламутності води різними методами (Порівняння ефективності фільтрування, контактної коагуляції, відстоювання та поєднання коагуляції з відстоюванням).
3	Тема 3 – Процеси водопідготовки та водоочищення на основі коагуляції Тема 6 – Адсорбційне очищення та іонний обмін	Зменшення хімічного споживання кисню (ХСК) води різними методами (Порівняння ефективності коагуляційного та адсорбційного очищення води від органічних сполук)
4	Тема 6 – Адсорбційне очищення та іонний обмін	Пом'якшення води методом іонного обміну (Визначення динамічної та статичної ємності зразків іонітів з подальшим порівнянням їх ефективності).
5	Тема 7 – Знезараження води	Хлорування води та визначення показників хлорованості (Обробка води різними дозами хлорвмісних реагентів з

		подальшим визначенням показників хлорованості. Дослідження впливу рН на ефективність хлорування)
6	Тема 6 – Адсорбційне очищення та іонний обмін Тема 8 – Методи водопідготовки з вузькою сферою застосування	Видалення розчиненого феруму з води різними методами (Порівняння ефективності аераційного та адсорбційного очищення води від розчиненого феруму).
7	Тема 8 – Методи водопідготовки з вузькою сферою застосування	Видалення розчиненого кисню (Порівняння ефективності нагрівання та використання різних типів реагентів зменшення вмісту розчиненого кисню)
8	Теми 2, 3, 6, 8	Відпрацювання лабораторних робіт та завершення тривалих процесів.
9	Теми 2, 3, 6, 8	Підсумкове заняття (підведення підсумків лабораторного практикуму).

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СПС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до модульної контрольної роботи (МКР), підготовка до лабораторних занять, написання реферату, підготовка до заліку. Рекомендований обсяг становить 48 годин, що відводяться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СПС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до лекційних та лабораторних занять	28 годин
Виконання РГР	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4 годин
Підготовка до заліку	6 годин
Всього	48 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 та графіки (за 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);

2) аналіз наданих викладачем зразків реальних вод дає можливість отримати від 1 до 3 заохочувальних балів (в залежності від кількості показників та складності аналізу, яка визначається викладачем).

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, РГР.
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);
- експрес-опитування на лекціях;
- виконання лабораторних робіт;
- розрахунково-графічну роботу (РГР);
- 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:

$$RC = r_{\text{мкр}} + r_{\text{ео}} + r_{\text{лаб}} + r_{\text{РГР}} = 40 + 14 + 36 + 10 = 100 \text{ балів.}$$

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Модульна контрольна робота.

Ваговий бал за МКР – **40 балів** (2 частини по 20 балів).

Оцінювання роботи проводиться у вигляді тестування (40 тестових питань по 0,5 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** (6 лабораторних робіт по 6 балів кожна). Оцінювання роботи проводиться за наступним розподілом:

- допуск до кожної лабораторної роботи – 0–1 бал;
- виконання кожної лабораторної роботи – 0–2 бали;
- захист кожної лабораторної роботи – 0–3 бали.

2.5. Розрахунково-графічна робота.

Ваговий бал – **10 балів**.

- 8,5-10 балів – запропоновані схеми відповідають необхідним стадіям очищення, обґрунтування вибору стадій очищення є чітким та вичерпним, розрахунки виконано повноцінно та вичерпно, оформлення відповідає вимогам або містить незначні недоліки, повністю відсутні або наявні дуже незначні помилки та недоліки, РГР здано вчасно;
- 6,0-8,4 бали – схеми, обґрунтування та/або розрахунки містять суттєві помилки, оформлення лише частково відповідає вимогам, РГР здано із затримкою не більше 5-х днів;
- 0-5,9 балів – наявні грубі помилки та недоліки в схемах, обґрунтуваннях та/або розрахунках та оформленні, не повністю виконано завдання, РГР 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:

$$RD = 0,7 \cdot RC + r_{\text{зал}} = 0,7 \cdot (r_{\text{мкр}} + r_{\text{ео}} + r_{\text{лаб}} + r_{\text{РГР}} + r_{\text{з/ш}}) + r_{\text{зал}} = 0,7 \cdot (40 + 14 + 36 + 10) + 30 = 100 \text{ балів.}$$

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

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Вимоги до оформлення лабораторних робіт наведені у Google Classroom «Управління водними ресурсами» (платформа Sikorsky-distance). Код курсу –.

Приклади запитань та завдань до МКР

1. Оберіть з переліку метод, яким неможливо видалити розчинені фосфати з води

- а) Фільтрування
- б) Коагуляція
- в) Адсорбція

2. Який з перелічених баромембранних процесів характеризується найвищим робочим тиском?

- а) Нанофільтрація
- б) Зворотний осмос

в) Ультрафільтрація

3. До якої групи процесів відноситься Анаммокс-процес?

а) Коагуляційне очищення

б) Біологічне очищення

в) Знезараження

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 № 26 від 30.06.2025 р.)²

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.06.2025 р.)

² Силабус спочатку погоджується метод. комісією, а потім ухвалюється кафедрою.