



Національний технічний університет України  
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра технології  
неорганічних речовин,  
водоочиснення та загальної  
хімічної технології

# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХІМІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВОДИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

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 неорганічних речовин та водоочиснення</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4.5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен усний</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), практичні заняття 1 година на тиждень, лабораторні заняття 1 години на тиждень (по одній парі один раз на два тижні) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор:</i> <i>Доцент к.т.н. Толстопалова Наталія Михайлівна,</i> <i><a href="mailto:natali.tolstopalova@gmail.com">natali.tolstopalova@gmail.com</a>; <a href="mailto:tolstopalova.natali@lll.kpi.ua">tolstopalova.natali@lll.kpi.ua</a></i> <i>Практичні заняття:</i> <i>Доцент к.т.н. Толстопалова Наталія Михайлівна,</i> <i><a href="mailto:tolstopalova.natali@lll.kpi.ua">tolstopalova.natali@lll.kpi.ua</a>; <a href="mailto:natali.tolstopalova@gmail.com">natali.tolstopalova@gmail.com</a></i> <i>Лабораторні заняття:</i> <i>Асистент к.т.н. Кириї Світлана Олександрівна: <a href="mailto:Kyrii.Svitlana@lll.kpi.ua">Kyrii.Svitlana@lll.kpi.ua</a>,</i> <i>телеграм 0969805226</i> <i>асистент к.т.н. Літинська Марта Ігорівна: <a href="mailto:m.litynska-2017@kpi.ua">m.litynska-2017@kpi.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance). «Теоретичні основи хімії та технології води» доступ за запрошенням викладача</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

**Метою** вивчення дисципліни є підготовка фахівця з теоретичних основ очистки природних і стічних вод шляхом розширення і поглиблення набутих знань та забезпечення фундаментальної підготовки для вивчення спеціальних дисциплін професійного спрямування

**Предмет дисципліни:** Сучасні підходи до створення та формування гнучких технологічних схем водопідготовки та водоочиснення.

**Метою** дисципліни є формування у студентів здатностей:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- прагнення до збереження навколишнього середовища;
- здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач в хімічній технології та водоочищенні;
- здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії;
- здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів виробництва неорганічних речовин та водоочищення;
- здатність використовувати професійно профільовані знання в галузі природничонаукових дисциплін для аналізу, оцінювання та проектування технологічних процесів та устаткування, володіти методами спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та продукції промисловості;
- використовувати теоретичні основи хімії та технології води для розробки технологічних режимів і схем водопідготовки;
- продемонструвати базові уявлення про різноманітність об'єктів хімічної технології, промисловості, хімічної продукції, базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загально професійних дисциплін;
- до організації науково-дослідних, експериментальних робіт та навчального процесу;
- використовувати професійно-профільовані знання і практичні навички для контролю стану технологічного та лабораторного обладнання, науково-технічної документації, технологічних режимів.
- володіти навичками роботи з комп'ютером на рівні користувача, використовувати інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у галузі професійної діяльності.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
- Конкретно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі.
- Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.
- Розуміти основні властивості конструкційних матеріалів, принципи та обмеження їх застосовування в хімічній інженерії.
- Знання науково-методичних основ і стандартів в професійній області, нормативних та інструктивних документів, санітарно-технічних норм, відповідних стандартизованих методик (відбір проб, визначення фізико-хімічних показників довкілля).

**ЗНАННЯ:**

- основних вимог, які ставляться до якості води різноманітного призначення;
- характеристик та класифікації домішок, які присутні у воді;
- методів та апаратурного обладнання процесів видалення із води домішок;
- умови створення та експлуатації екологічно чистих систем зворотнього водопостачання.

**УМІННЯ:**

- здійснювати теоретичний вибір і обґрунтування раціональних схем підготовки води у відповідності з призначенням води;
- використовувати одержані знання і навички для здійснення спрощених розрахункових технологічних завдань у водопідготовці;
- здійснювати принципів розрахунок головних конструкційних параметрів та кількість апаратів для певної схеми;
- складати принципові технологічної схеми підготовки води (обирати тип хімічних апаратів і визначити їх головні конструктивні параметри, розраховувати параметри технологічних режимів) для технічного завдання.

**ДОСВІД:**

асоціативного використання фахових знань і умінь для виконання лабораторних досліджень і проектних розробок з технології водоочищення.

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

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

Навчальний матеріал дисципліни «Теоретичні основи хімії та технології води» базується на знаннях нормативних дисциплін «Фізика», «Загальна та неорганічна хімія», «Прикладна хімія», «Управління водними ресурсами і водокористуванням».

Дисципліни, які базуються на результатах навчання

дисципліни циклу професійної підготовки, в рамках яких передбачено подальше вивчення профільюючих дисциплін, таких як «Загальна хімічна технологія», «Технологія неорганічних речовин», «Сучасні методи очищення побутових і промислових стічних вод та їх повторне використання», «Сучасні методи кондиціювання та очищення води».

**3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Фізико-хімічні основи процесів водопідготовки.

Тема 1. Коагуляційна обробка води.

Суть методу коагуляційної обробки води та сфера його застосування. Фізико-хімічні основи процесу коагулювання домішок води. колоїдні системи, їх будова та властивості. Кінетична й агрегативна стійкість колоїдних систем. Стадії утворення та будова міцели, подвійний електричний шар. Головні положення теорії стійкості ліофобних золь. Коагулянти, що використовують для обробки води і вимоги до них. Доза коагулянту та її вибір. Флокулянти, що використовують у процесах очищення води. Елементи схем очищення води за допомогою коагуляції та флокуляції: основне та допоміжне обладнання,

конструктивні особливості та принцип дії камер пластівцеутворення, прояснювачів. Новітні методи коагуляційної очистки води.

*Тема 2. Окислювальні методи в процесах водопідготовки.*

Суть окиснювальних методів знезараження води й сфера їх застосування. Хлорування води: дія хлору на бактерії та мікроорганізми, мінеральні й органічні домішки води. Показники хлорування води, доза хлору, способи її знаходження. Хлоровмісні реагенти, що використовують у процесах знезараження води. Озонування води: переваги та недоліки методу знезараження води за допомогою озону. Основне апаратне обладнання відділення знезараження води реагентним методом. Обробка води іонами благородних металів (олігодинамія). Фізико-хімічні методи знезараження води.

*Тема 3. Очистка води за допомогою твердих сорбентів і екстракції.*

Видалення з води домішок за допомогою твердих сорбентів. Суть фізичної адсорбції, сфера застосування методу. Динаміка процесу адсорбції: модель Шилова, вихідні криві процесу сорбції. Сорбенти, що використовують у процесах водопідготовки. Методи регенерації сорбентів. Типи схем та обладнання адсорбційної очистки води. Адсорбери з нерухомим, рухомим та псевдозрідженим шаром сорбенту.

*Тема 4. Очистка води за допомогою екстракції.*

Фізико-хімічні основи та суть екстракційного методу видалення з води домішок, сфера використання методу. Екстрагенти, що застосовують у процесах водопідготовки, і вимоги до них. Обладнання екстракційних установок: екстракційні колони, роторно-дисковий екстрактор. Методи регенерації екстрагентів.

*Тема 5. Біохімічні методи в процесах водопідготовки.*

Біохімічне очищення води. Суть і сфера застосування біохімічних методів очищення води. Способи біохімічного очищення. Характеристики активного мулу та біоплівки. Біологічне споживання кисню. Вимоги до води, яка проходить біохімічну обробку. Природні та штучні споруди біохімічного очищення. Конструктивні особливості й гідродинамічний режим роботи аеротенків та біофільтрів. Основні складові принципової технологічної схеми біохімічного очищення води. Загальні положення анаеробної обробки води та осадів. Конструктивні особливості метантенків.

*Тема 6. Методи демінералізації води.*

Класифікація методів пом'якшення та знесолення води. Суть і сфера застосування термічних методів. Реагентні методи: фізико-хімічні основи, реагенти, що використовують у процесах обробки води та їх порівняльна характеристика. Апаратне оснащення відділень реагентної обробки води. Теоретичні основи та сфера застосування методу пом'якшення й знесолення води за допомогою іонного обміну. Марки іонітів, їх будова та властивості. Хімізм і рівновага реакцій іонного обміну. Динаміка процесу іонного обміну. Типові схеми пом'якшення та знесолення води за допомогою методу іонного обміну. Принцип дії та конструктивні особливості фільтрів іонного обміну й фільтрів змішаної дії. Регенерація іонітів, реагенти, що застосовують у процесах регенерації. Сутність та сфера застосування інших методів очищення води: дистиляція, зворотній осмос, електродіаліз. Порівняльна техніко-економічна характеристика методів знесолення води.

#### **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. 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. Толстопалова Н.М., Обушенко Т.І. Теоретичні основи хімії та технології водопідготовки: навчальний посібник для студентів спеціальності 161 „Хімічні технології та інженерія” - К: НТУУ «КПІ», 2016. – 148 с.
2. Фізико-хімічні методи очищення води. Управління водними ресурсами / Під редакцією І.М. Астреліна, Х. Ратнавіри. – К.: «Ніка-Центр», 2015. – 614 с.
3. Методичні вказівки до виконання курсової, контрольної та лабораторних робіт з дисципліни «Теоретичні основи хімії та технології водопідготовки» для студентів ХТФ спеціальності 6.091602 «Хімічна технологія неорганічних речовин» / Уклад. І.М. Астрелін, Н.М. Толстопалова, Т.А. Каменська та ін. – К.: ІВЦ «Видавництво <Політехніка>», 2002. – 48с.
4. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод /А.К.Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552с
5. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води – К.: Вища шк., 2005 – 671 с.

#### **Додаткова**

6. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2.: Методи очищення стічних вод / В.Г. Петрук, Л.І Северін, І.В. Васильківський. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 254 с.
7. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
8. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
9. Water Treatment: Principles and Design / John C. Crittenden, R. Rhodes Trussel, David W. Hand. – Printed the United States of America. – 2005. – 1948 p.
10. Даливо-Добровольский Л.Б., Кульский Л.А., Накорчевская В.Ф. Химия и микробиология воды. – К.: Вища шк., 1971. – 306 с.
11. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. М.: Стройиздат, 1987. – 255 с.
12. Громогласов А.А., Копылов А.С., Пильщиков А.П. Водоподготовка: процессы и аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.
13. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка. – М.: Энергия, 1973. – 416 с.
14. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Зенков В.В. Оборудование и сооружения для защиты биосферы от промышленных выбросов. – М.: Химия, 1985. – 352 с.
15. Комплексная переработка шахтных вод / Под.ред А.Т. Пилипенко. – К.: Техника, 1985. – 183 с.
16. Беличенко Ю.П., Гордеев Л.С., Комиссаров Ю.А. Замкнутые системы водообеспечения химических производств. – М.: Химия, 1996. – 272 с.
17. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – К.: Наук. думка, 1980. – 564 с.
18. Кульский Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. – К.: Наук. думка, 1980. – Ч. 1, 2. – 1206 с.

19. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды. - М.: Химия, 1989. – 512 с.
20. Траубе П.Р., Баранова А.Г. Практикум по химии воды. - М.: Химия, 1971. – 128 с.
21. Кульский Л.А., Левченко Т.М., Петрова М.В. Химия и микробиология воды. Практикум. – К.: Вища шк., 1976. – 116 с.

### Інформаційні ресурси

22. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторних робіт та практичних занять з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Особливості вибору методів та обладнання певної технологічної схеми водопідготовки
2	Суть методу коагуляційної обробки води та сфера його застосування. Фізико-хімічні основи процесу коагулювання домішок води. колоїдні системи, їх будова та властивості.
3	Кінетична й агрегативна стійкість колоїдних систем. Стадії утворення та будова міцели, подвійний електричний шар. Головні положення теорії стійкості ліофобних золь.
4	Коагулянти, що використовують для обробки води і вимоги до них. Доза коагулянту та її вибір. Флокулянти, що використовують у процесах очищення води. Елементи схем очищення води за допомогою коагуляції та флокуляції: основне та допоміжне обладнання, конструктивні особливості та принцип дії камер пластівцеутворення, прояснювачів. Новітні методи коагуляційної очистки води.
5	Суть окиснювальних методів знезараження води й сфера їх застосування. Хлорування води: дія хлору на бактерії та мікроорганізми, мінеральні й органічні домішки води. Показники хлорування води, доза хлору, способи її знаходження. Хлоровмісні реагенти, що використовують у процесах знезараження води.
6	Озонування води: переваги та недоліки методу знезараження води за допомогою озону. Основне апаратне обладнання відділення знезараження води реагентним методом. Фізико-хімічні методи знезараження води. Обробка води іонами благородних металів (олігодинамія).
7	Видалення з води домішок за допомогою твердих сорбентів. Суть фізичної адсорбції, сфера застосування методу. Динаміка процесу адсорбції: модель

	<i>Шилова, вихідні криві процесу сорбції. Сорбенти, що використовують у процесах водопідготовки.</i>
8	<i>Методи регенерації сорбентів. Типи схем та обладнання адсорбційної очистки води. Адсорбери з нерухомим, рухомим та псевдозрідженим шаром сорбенту.</i>
9	<i>Фізико-хімічні основи та суть екстракційного методу видалення з води домішок, сфера використання методу. Екстрагенти, що застосовують у процесах водопідготовки, і вимоги до них. Методи регенерації екстрагентів. Обладнання екстракційних установок: екстракційні колони, роторно-дисковий екстрактор.</i>
10	<i>Біохімічне очищення води. Суть і сфера застосування біохімічних методів очищення води. Способи біохімічного очищення. Біологічне споживання кисню. Характеристики активного мулу та біоплівки.</i>
11	<i>Вимоги до води, яка проходить біохімічну обробку. Природні та штучні споруди біохімічного очищення. Конструктивні особливості й гідродинамічний режим роботи аеротенків та біофільтрів.</i>
12	<i>Основні складові принципової технологічної схеми біохімічного очищення води. Загальні положення анаеробної обробки води та осадів. Конструктивні особливості метантенків.</i>
13	<i>Класифікація методів пом'якшення та знесолення води. Суть і сфера застосування термічних методів. Реагентні методи: фізико-хімічні основи, реагенти, що використовують у процесах обробки води та їх порівняльна характеристика. Апаратурне оснащення відділень реагентної обробки води.</i>
14	<i>Теоретичні основи та сфера застосування методу пом'якшення й знесолення води за допомогою іонного обміну. Хімізм і рівновага реакцій іонного обміну. Динаміка процесу іонного обміну. Марки іонітів, їх будова та властивості.</i>
15	<i>Типові схеми пом'якшення та знесолення води за допомогою методу іонного обміну. Принцип дії та конструктивні особливості фільтрів іонного обміну й фільтрів змішаної дії. Регенерація іонітів. Реагенти, що застосовують у процесах регенерації.</i>
16	<i>Сутність та сфера застосування інших методів очищення води: дистиляція, зворотній осмос, електродіаліз. Порівняльна техніко-економічна характеристика методів знесолення води.</i>
17	<i>Контрольна робота.</i>
18	<i>Заключне заняття.</i>

### Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять з кредитного модуля «Теоретичні основи хімії та технології води» є закріплення теоретичних знань, що набуті на лекціях та при самостійній роботі, для вирішення конкретних практичних завдань та прикладів з фахового напрямку. Для цього на практичних заняттях студенти виконують вправи, які дозволять оволодіти навиками розрахунків основного і допоміжного обладнання водопідготовки.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Основи складання балансів водних потоків.

2	<i>Розрахунки потужності станції підготовки води.</i>
3	<i>Витрати води на власні потреби підприємства.</i>
4	<i>Розрахунки загальних конструктивних елементів відстійників різних типів.</i>
5	<i>Розрахунки загальних конструктивних елементів освітлювачів різних типів.</i>
6	<i>Вибір режимів, типів та розрахунки механічних фільтрів.</i>
7	<i>Вибір реагентів та розрахунки їх витрат у процесах пом'якшення води.</i>
8	<i>Вибір реагентів та розрахунки їх витрат у процесах знесолення води.</i>
9	<i>Підсумкове заняття</i>

## 6. Лабораторні заняття

*Мета лабораторного практикуму з кредитного модуля «Теоретичні основи хімії та технології води» ознайомитися з основними показниками якості води, способами та методикам визначення деяких із них: кольоровості, запаху, лужності, кислотності, солевмісту, твердості тощо. Крім цього студенти набувають уміння визначати характеристики реагентів, речовин та матеріалів, що використовують у процесах водопідготовки, наприклад об'ємну ємність іонітів.*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи</i>
1	<i>Вступне заняття. Техніка безпеки. Особливості проведення лабораторних робіт. Правила оформлення протоколів.</i>
2	<i>Зменшення каламутності води різними методами</i>
3	<i>Визначення лужності, кислотності та вмісту вуглекислоти в пробах природної води.</i>
4	<i>Визначення сухого залишку в зразках природних вод, втрат при прожарюванні та окисності.</i>
5	<i>Визначення оптимальних доз коагулянтів.</i>
6	<i>Визначення динамічної об'ємної ємності катіоніту.</i>
7	<i>Пом'якшення природної води.</i>
8	<i>Визначення впливу флокулянтів на процес утворення і тривалість процесу коагуляції.</i>
9	<i>Підсумкове заняття</i>

## 7. Самостійна робота студента

*Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, оформлення звітів з лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, практичних занять, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:*

<i>№ з/п</i>	<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять, оформлення звітів з лабораторних робіт</i>	<i>2 – 3 години на тиждень</i>
2	<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>4</i>



3	Підготовка до екзамену	30
---	------------------------	----

Курсова робота з Теоретичних основ хімії та технології води займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з технології водоочищення. Тематика курсових робіт з Теоретичних основ хімії та технології води наведено у у Google Classroom «Теоретичні основи хімії та технології води» (платформа Sikorsky-distance). Доступ за запрошенням викладача.

## Політика та контроль

### 8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції, практичні заняття та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні та практичні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, лабораторні роботи в лабораторії кафедри. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій, практичних та лабораторних занять є обов'язковим.

Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

#### Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які правильно виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути).
2. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
3. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Використання розрахункових або дослідних матеріалів інших студентів і подання їх за свої штрафуються до 3 балів;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
4. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;

Політика дедлайнів 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.

### 9. 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: опитування на практикумах, МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: усний екзамен.

## **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 61 бал складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- 1) опитування та контрольні роботи на лекціях (7 експрес-контролів);
- 2) робота на практичних заняттях з виконанням домашнього завдання;
- 3) виконання та захист 5 тематичних лабораторних робіт;
- 4) виконання МКР.

2. Критерії нарахування балів

2.1 Опитування та контрольні роботи на лекціях (7 експрес-контролів).

Оцінюються з 2 балів:

- «відмінно»: повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) 1,8-2 бали;
- «добре»: достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) 1,5-1,7 балів;
- «задовільно»: не повна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки 1,2-1,4 бали;
- «незадовільно»: відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

2.2 Робота на практичних заняттях:

Максимальна кількість балів на усіх практичних заняттях дорівнює 16 балів, всього в середньому 8 практичних занять, тобто за одне заняття можна отримати максимум 2 бали.

2.2.1 Активність на практичному занятті.

Враховується виконання розрахунків під час поточного заняття: безпомилкове або вірне в цілому, рішення з незначними похибками окремих елементів розрахунків. Робота на практичних заняттях:

- активна робота – 1 бали;
- пасивна робота – 0 балів.

2.2.2 Виконання домашнього завдання.

- виконання та вчасна здача завдання – 1 бал;
- завдання не виконано – 0 балів.

2.3 Робота під час лабораторних занять

Максимальна кількість балів на усіх лабораторних заняттях дорівнює: 21 бал. Лабораторна робота оцінюється в три етапи:

- допуск до лабораторної роботи;
- виконання лабораторної роботи;
- захист лабораторної роботи.

Загалом за лабораторну роботу можливо отримати 3,0 бали. Кількість лабораторних робіт – 7.

2.3.1 Допуск до лабораторної роботи:

- «відмінно»: наявність протоколу лабораторної роботи з усіма необхідними розділами, безпомилкові відповіді на запитання викладача стосовно мети роботи, фізико-хімічних основ процесу, схеми лабораторної установки, порядку проведення роботи, техніки безпеки під час виконання роботи -1 бал;
- «добре»: наявність протоколу з незначними недоліками, вірні в цілому відповіді на запитання викладача з незначними недоліками 0,8 балів;
- «задовільно»: неповні відповіді на запитання викладача або неповний протокол, який підлягає доповненню 0,6 бали;

– *незадовільно*: відповідь не відповідає вимогам до *задовільно* або відсутність протоколу – 0 балів.

#### 2.3.2 Виконання лабораторної роботи:

– *«відмінно»*: чітке, самостійне виконання лабораторної роботи, правильні основні та допоміжні розрахунки, отримання правильних результатів, здача лабораторного місця навчально-допоміжному персоналу 1 бал;

– *«добре»*: вірне в цілому виконання з незначними недоліками в оформленні, або помилковим виконанням окремих елементів роботи, здача лабораторного місця навчально-допоміжному персоналу 0,8 балів;

– *«задовільно»*: вірне виконання роботи після навідної допомоги викладача або проведення роботи зі значущими помилками, які підлягають виправленню 0,6 балів;

– *незадовільно*: робота не виконана 0 балів.

#### 2.3.3 Захист лабораторної роботи:

– *«відмінно»*: охайно оформлений протокол лабораторної роботи з чіткими результатами експерименту та висновками, безпомилкові відповіді на контрольні запитання до лабораторної роботи 1 бал;

– *«добре»*: наявність протоколу з незначними недоліками, вірні в цілому відповіді на контрольні запитання з незначними неточностями 0,8 балів;

– *«задовільно»*: вірні відповіді на контрольні запитання після навідної допомоги викладача або неповністю оформлений протокол (нечіткі висновки, відсутність деяких розрахунків), який підлягає доповненню 0,6 балів;

– *незадовільно*: роботу не захищено або відсутність на занятті без поважних причин 0 балів.

#### 2.4 Виконання модульної контрольної роботи (МКР)

– *«відмінно»*: повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;

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

– *«задовільно»*: не повна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 бали ;

– *«незадовільно»*: відповідь не відповідає вимогам до *задовільно* – 0 балів.

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

На екзамені студенти отримують білет, який містить три запитання. Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне запитання оцінюється у 13 балів за такими критеріями:

– *«відмінно»*, повна відповідь, не менше 90 % потрібної інформації– 12 -13 балів;

– *«добре»*, достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) –10-11 балів;

– *«задовільно»*, неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 8 - 9 балів;

– *«незадовільно»*, відповідь не відповідає умовам до *задовільно* – 0 балів.

Сума стартових балів та екзаменаційних відповідей переводиться до екзаменаційної 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

## **Рейтингова система оцінювання результатів навчання освітнього компоненту**

### **“Курсова робота з Теоретичних основ хімії та технології води”**

Рейтингова оцінка з курсової роботи має дві складові. Перша (стартова) характеризує роботу студента та її результат – якість пояснювальної записки та графічного матеріалу. Друга складова характеризує якість захисту студентом курсової роботи.

Розмір шкали стартової складової дорівнює 40 балів, а складової захисту – 60 балів.

Стартова складова складається з балів, що студент отримує за:

- 1) Виконання розділу «Характеристика води за походженням та вимоги до очищеної води».
- 2) Виконання розділу «Характеристика домішок, які треба видалити із води».
- 3) Виконання розділу «Принципова технологічна схема, вибір та розрахунок обладнання».
- 4) Виконання графіку написання розділів курсової роботи.

**1 Виконання розділу «Характеристика води за походженням та вимоги до очищеної води»**

Ваговий бал – 10.

– «відмінно»: безпомилкове виконання та оформлення розділу (пояснювальна записка) з високим рівнем повноти представлення матеріалу і у відповідності з методичними вказівками до виконання КР 9-10 балів;

– «добре»: вірно в цілому виконання розділу (пояснювальна записка) і у відповідності з методичними вказівками до виконання КР з незначними недоліками в оформленні, або похибками при опису характеристики води 7-8 балів;

– «задовільно»: неповне виконання завдання або виконання з грубими помилками 6 балів;

– «незадовільно»: відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

**2 Виконання розділу «Характеристика домішок, які треба видалити із води»**

Ваговий бал – 10.

– «відмінно»: безпомилкове виконання та оформлення розділу (пояснювальна записка) з високим рівнем повноти представлення матеріалу і у відповідності з методичними вказівками до виконання КР 9-10 балів;

– «добре»: вірно в цілому виконання розділу (пояснювальна записка) і у відповідності з методичними вказівками до виконання КР з незначними недоліками в оформленні, або похибками окремих елементів 7-8 балів;

– «задовільно»: виконання розділу після навідної допомоги викладача 6 балів;

– «незадовільно»: виконання завдання з грубими помилками, що підлягають не виправленню, а потребують переробки завдання – 0 балів.

**3 Виконання підрозділу «Принципова технологічна схема, вибір та розрахунок обладнання»**

Ваговий бал – 10.

– «відмінно»: безпомилкове виконання та оформлення розділу КР 9-10 балів;

– «добре»: вірно в цілому виконання з незначними недоліками в оформленні, або похибками окремих елементів розрахунку 7-8 балів;

– «задовільно»: виконання вірного розрахунку після навідної допомоги викладача або проведення розрахунку зі значущими помилками, які підлягають виправленню виконання розділу після навідної допомоги викладача 6 балів;

– «незадовільно»: неповне виконання завдання роботи або проведення розрахунків з грубими помилками, що підлягають не виправленню, а переробки завдання – 0 балів.

**4 Виконання графіку написання розділів курсової роботи.**

*Ваговий бал – 10.*

- «відмінно»: безпомилкове виконання та оформлення КР до 18 грудня 9-10 балів;
- «добре»: безпомилкове виконання та оформлення КР до 29 грудня 7-8балів;
- «задовільно»: виконання та оформлення КР до 05 січня (до початку сесії) 6 балів;
- «незадовільно»: виконання та оформлення КР після 05 січня: 0 балів.

*Необхідними умовами допуску до захисту курсової роботи є стартовий рейтинг не менше 24 балів, наявність всіх розділів пояснювальної записки. В іншому випадку студенти виправляють помилки і доопрацьовують пояснювальну записку.*

*Складова захисту курсової роботи:*

- *якість доповіді – 10-6 балів;*
- *ступінь володіння матеріалом – 15-9 балів;*
- *ступінь обґрунтування прийнятих рішень – 15-9 балів;*
- *вміння захищати свою думку – 20-12 балів.*

*Сума балів двох складових переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:*

<i>Бали</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100...95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94...85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84...75</i>	<i>Добре</i>
<i>74...65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64...60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Курсову роботу не допущено до захисту</i>	<i>Не допущено</i>

### **Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

*Вимоги до оформлення курсової роботи, перелік запитань екзамену наведені у Google Classroom «Теоретичні основи хімії та технології води» (платформа Sikorsky-distance). Доступ за запрошенням викладача.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

#### **Складено:**

доцент кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології к.т.н. доц. Толстопалова Н.М.

**Ухвалено** кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол № 19 від 30.06.2021 р.)<sup>1</sup>

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2021 р.)

<sup>1</sup> Силабус спочатку погоджується метод. Комісією, а потім Ухвалюється кафедрою.