



**Проектування очисних споруд та систем водокористування**  
**Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)**

**Реквізити навчальної дисципліни**

<b>Рівень вищої освіти</b>	<b>Перший (бакалавр)</b>
<b>Галузь знань</b>	16 Хімічна та біоінженерія
<b>Спеціальність</b>	161 Хімічні технології та біоінженерія
<b>Освітня програма</b>	Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології
<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова
<b>Форма навчання</b>	очна(денна)/дистанційна/змішана
<b>Рік підготовки, семестр</b>	4 курс, осінній семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	4 кредити ЕКТС (120 годин)
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Залік
<b>Розклад занять</b>	4 години на тиждень (2 години лекційних та 2 години практичних занять)
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html</a> Практичні /Семінарські: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/gomelya-mikola-dmitrovich.html</a>
<b>Розміщення курсу</b>	<a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=5979">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=5979</a>

**Програма навчальної дисципліни**

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

В комплексі соціально-екологічних, політичних протиріч сьогодення особливе місце займають протиріччя глобального масштабу, які мають безпосередній вплив на саме існування цивілізацій. В першу чергу це стосується глобальних екологічних проблем. Забезпечення екологічних пріоритетів є важливим елементом сталого розвитку суспільства і поступово набуває характеру абсолютних цінностей. В умовах інтенсивного використання природних ресурсів, постійного зростання антропогенного тиску на довкілля спостерігається руйнування екологічних систем. Природа починає втрачати свою унікальну здатність до самовідновлення. Досить відчутними стали кліматичні зміни, що викликані глобальною антропогенною діяльністю.

Особливу увагу викликає стан водних об'єктів. Водні ресурси - це стратегічні запаси кожної держави, оскільки забезпечують усі сфери життя і господарської діяльності людини, визначають розвиток промисловості та сільського господарства, розміщення населених пунктів, організації відпочинку та оздоровлення людей. Ставлення до побутового та промислового водокористування в умовах сьогодення вимагає рішучих змін у відповідності до засад екологічної безпеки. Значна частина населення України не забезпечується якісною питною водою. Відстала стратегія водоспоживання у промисловості в Україні характеризується великими об'ємами скиду стічних вод. Станції водоочищення потребують нових підходів в проектуванні з урахуванням реалій сьогодення та вимог екологічної безпеки, шляхом втілення сучасних ресурсоефективних технологій водоочищення.

**Предмет навчальної дисципліни «Проектування очисних споруд та систем водокористування»** – проектування основних споруд станції очищення вод різного генезису та реалізація сучасних ресурсоефективних «чистих» технологій на станціях водоочищення та водопідготовки.

У значній мірі вирішення даної проблеми буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи установи управління екологічною безпекою держави, наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження природних водних екосистем фахівці мають вільно володіти інформацією, розуміти процеси, що відбуваються в очисних спорудах станцій водоочищення, та знати вимоги використання та дозування реагентів, що використовуються в процесах очищення води; вміти обирати технологію водоочищення з урахуванням сучасних тенденцій та наукових розробок в даній галузі; вміти обирати та проектувати необхідне обладнання для станцій водоочищення; виконувати креслення.

### **Мета навчальної дисципліни «Проектування очисних споруд та систем водокористування»**

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань в області сучасних технологій водопідготовки та водоочищення, комплексу умінь та навичок, необхідних для обґрунтованого вибору та проектування станцій водоочищення в залежності від вихідного складу води, а також розробки ресурсоефективних технологій промислового водокористування. Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає формування у студентів компетентностей:

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- здатність розрізняти технологічні процеси виробництв, визначати джерела і шляхи надходження у навколишнє природне середовище шкідливих компонентів, оцінювати їх вплив на стан здоров'я людини та якість довкілля;
- здатність проектувати та реалізовувати технології очищення та переробки вихідних газів, стічних вод та твердих відходів.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Проектування очисних споруд та систем водокористування», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі;
- розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики;
- обґрунтувати вибір технологічних схем виробництва на підставі раціонального використання сировини, енергії, одержання якісної продукції, досягнення високої продуктивності з одночасним рішенням екологічних питань, розраховувати матеріальні і теплові баланси процесів, на їх основі знаходити витрати сировини та енергоресурсів.

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

Вивчення дисципліни «Проектування очисних споруд та систем водокористування» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом трьох років бакалавріату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «Проектування очисних споруд та систем водокористування» є підґрунтям, що має забезпечити розв'язання комплексних проблем в області захисту гідросфери, раціонального використання водних ресурсів та спрямована на глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики. Забезпечує виконання курсового проєкту та бакалаврського проєкту.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Загальні підходи та правила проектування очисних споруд**

Тема 1. Основні правила та підходи при розробці проєкту. Склад курсового та дипломного проєктів

Тема 2. Загальні вимоги до вибору та техніко-економічного обґрунтування технологічної схеми

### **Розділ 2. Розрахунок матеріального балансу**

Тема 3. Розрахунок матеріального балансу на основі вихідних даних та блок-схеми матеріального балансу

### **Розділ 3. Водопідготовка. Проектування споруд реагентного господарства.**

Тема 4. Визначення повної продуктивності станції водопідготовки.

Тема 5. Розрахунок споруд реагентного господарства.

Тема 6. Проектування змішувачів.

### **Розділ 4. Проектування камер пластівцеутворення. Освітлення води.**

Тема 7. Розрахунок камер пластівцеутворення.

Тема 8. Відстоювання води. Закономірності висадження змулених домішок у воді.

Проектування відстійників.

Тема 9. Просвітлення води в шарі змуленого осаду. Проектування просвітлювачів із шаром змуленого осаду.

### **Розділ 5. Фільтрування води**

Тема 10. Очищення води на механічних фільтрах. Повільні фільтри. Принципи роботи та проектування швидких фільтрів.

### **Розділ 6. Іонний обмін**

Тема 11. Пом'якшення та знесолення води. Основи катіонного пом'якшення води

Тема 12. Знесолення води іонним обміном. Розрахунок установок знесолення води іонним обміном

Тема 13. Розрахунок фільтрів змішаної дії

### **Розділ 7. Флотаційне очищення води**

Тема 14. Очищення води флотацією. Проектування напорної флотаційної установки

### **Розділ 8. Електрохімічні методи очищення води**

Тема 15. Розрахунок електрокоагуляторів періодичної та безперервної дії. Розрахунок електрокоагуляторів для очищення стічних вод від хроматів, фторидів.

Тема 16. Розрахунок електрофлотаторів.

**Розділ 9. Проектування споруд очищення промислових та комунально-побутових стічних вод**

Тема 17. Проектування решіток

Тема 18. Проектування піскоуловлювачів

### **Розділ 10. Проектування споруд біологічного очищення води**

Тема 18. Проектування аеротенків

Тема 18. Проектування метантенків

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література**

1. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2019. – 256 с.
2. Фельбер Г., Фішер М. Посібник оператора каналізаційних очисних споруд / спільно зі спеціальним комітетом DWA БІЦ-2 «Базові курси»; пер.з нім. О. Галеми, Г. Котовської, Ю. Теребушка. – Львів : ПАІС, 2020. – 520 с.
3. Мацієвська О. Водовідвідні очисні споруди: навч. посібник / Оксана Мацієвська. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 220 с.
4. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О. Основи проектування очисних споруд: Навч. посіб. – К.: ТОВ „Інфодрук”, 2013. – 175 с.
5. Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Фізико-хімічні методи доочищення води. Підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 264 с.

### Додаткова література

6. Гомеля М.Д., Крисенко Т.В., Омельчук Ю.А. *Методи та технології очищення стічних вод: Навч. посіб. / – Севастополь: Інститут ядерної енергії та промисловості, 2012. – 244 с.*
7. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Камаєв В.С. *Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Очисні споруди. Основи проектування».- К.: ТОВ „Інфодрук”, 2012. – 173 с.*
8. Гомеля М.Д. *Очисні споруди. Основи проектування: Навч. Посіб./ М.Д. Гомеля, Т.В. Крисенко, І.М. Дейкун.-К.: НТУУ «КПІ», 2007. 176 с.*
9. А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздик, Т.В. Князькові. *Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. – К.: Лібра. 2000 – 551 с.*
10. Залеський І.І., Клименко М.О. *Екологія людини: підручник, -К: Академія, 2005. - 288с.*
11. Шаблій Т.О., Радовенчик В.М. Гомеля М. Д. *Застосування нових реагентів і технологій в промисловому водоспоживанні. Монографія - К.: Інфодрук, 2014. – 302 с.*
12. Орлов В.О. *Водопостачання промислових підприємств: навч. посіб. /В.О. Орлов, Л.Л. Литвиненко, А.М. Орлова. - К.: Знання, 2014.-278 с.*

### Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. [Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - https://mepr.gov.ua/](https://mepr.gov.ua/)
2. *Industrial ecology. Community of environmental specialists - <http://www.eco.com.ua/>*
3. *Бібліотека ім. В.І. Вернадського – [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua)*
4. *Екологічний портал України – <http://www.ecoloq.org.ua/>*
5. *Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського – ELAKPI URL: <https://ela.kpi.ua/>*

### Навчальний контент

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

##### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Проектування очисних споруд», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в області проектування очисних споруд, ефективних технологій очищення стічних вод, водопідготовки, проектування водооборотних та замкнених систем водокористування;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даної аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<b>Зміст та обсяг проекту</b> Вимоги до проектування очисних споруд. Зміст пояснювальної записки. Графічні матеріали. Література: [4] с. 8-11, [7] с. 8-12	2

	<i>Завдання на СРС. Сучасні технології водопідготовки.</i>	
2	<b>Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води</b> Характеристика природної, стічної та очищеної води. Визначення необхідного ступеня очистки води. Розробка та обґрунтування технологічної схеми очистки води. Література: [1] с. 20-30; [2] с. 24-26; [3] с. 20-22, 27-34; [6] с. 10-24; [4] с. 13-21 Завдання на СРС. Техніко-економічне обґрунтування технології водоочищення.	2
3	<b>Матеріальний баланс</b> Вихідні дані до розрахунку матеріального балансу. Блок-схема матеріального балансу. Розрахунок матеріального балансу. Таблиця матеріального балансу. Література: [4] с. 36-56; [7] с. 33-53. Завдання на СРС. Розрахунок матеріального балансу станції водопідготовки.	2
4	<b>Водопідготовка</b> Визначення повної продуктивності станції водопідготовки. Розрахунок споруд реагентного господарства. Література: [4] с. 59-64; [7] с. 56-59; [12] с. 44-52. Завдання на СРС. Конструктивні особливості споруд по приготуванню та дозуванню вапна.	2
5	<b>Проектування змішувачів</b> Дозування реагентів. Змішування води з реагентами. Проектування дірчатого та вихрового вертикального змішувача. Література: [3] с. 14-16; [4] с. 64-70; [7] с. 60-65. Завдання на СРС. Насоси дозатори. Конструкції, характеристики.	2
6	<b>Проектування камер пластівцеутворення</b> Формування осаду в процесі коагуляції. Розрахунок камер пластівцеутворення. Перегородчаті, вихрові, водоворотні камери пластівцеутворення та камери пластівцеутворення із змуленим осадом. Література: [1] с. 47-49; [4] с. 70-75; [7] с. 67-71; Завдання на СРС. Коагулювання колоїдів у водних системах.	2
7	<b>Освітлення води відстоюванням</b> Відстоювання води. Закономірності висадження змулених домішок у воді. Проектування вертикальних відстійників. Література: [1] с. 71-77; [4] с. 75-80; [7] с. 72-77. Завдання на СРС. Технологічні дослідження по визначенню гідравлічної крупності осаду.	2
8	<b>Проектування відстійників</b> Проектування відстійників. Горизонтальні, радіальні, тонкошарові відстійники. Література: [2] с. 155-162; [3] с. 61-83; [4] с. 75-87; [7] с. 77-81. Завдання на СРС. Розрахунок гідроциклонів.	2
9	<b>Проектування просвітлювачі з завислим шаром осаду</b> Просвітлення води в шарі змуленого осаду. Проектування просвітлювачів із шаром змуленого осаду. Література: [4] с. 87-90; [7] с. 83-87. Завдання на СРС. Реагентне пом'якшення води	2
10	<b>Очищення води на механічних фільтрах</b> Фільтрування води. Повільні фільтри. Принципи роботи та проектування швидких фільтрів. Література: [1] с. 77-83; [4] с. 89-96; [7] с. 87-90. Завдання на СРС. Механізми очищення води фільтрування. Особливості роботи швидких та повільних фільтрів.	2
11	<b>Установки іонообмінного знесолення води</b>	2

	<p><i>Пом'якшення та знезсолення води. Основи катіонітного пом'якшення води. Знезсолення води іонообмінним методом. Розрахунок установок знезсолення води іонним обміном.</i></p> <p><i>Література: [1] с. 177-179; [4] с. 96-98; [7] с. 95-109;</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Основні марки катіонітів та аніонітів, їх структура та характеристики.</i></p>	
12	<p><b>Флотаційне очищення води</b></p> <p><i>Очистка води флотацією. Проектування напірної флотаційної установки.</i></p> <p><i>Література: [1] с. 114-131; [4] с. 122-124; [7] с. 109-110.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Дезактивація води флотацією.</i></p>	2
13	<p><b>Електрохімічні методи очищення води. Розрахунок електрокоагуляторів та електрофлотаторів</b></p> <p><i>Розрахунок електрокоагуляторів періодичної та безперервної дії. Розрахунок електрокоагуляторів для очищення стічних вод від хроматів, фторидів.</i></p> <p><i>Розрахунок електрофлотаторів.</i></p> <p><i>Література: [4] с. 109-122, [7] с. 109-124.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Проектування електрокоагуляторів для очистки води від полімерних сполук.</i></p>	2
14	<p><b>Споруди очищення промислових та комунально-побутових стічних вод</b></p> <p><i>Механічна та біологічна очистка стічних вод. Очистка комунально-побутових стічних вод. Компонування очисних споруд.</i></p> <p><i>Література: [1] с. 244-247; [4] с. 125-142; [7] с. 124-127.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Сучасні технології очищення комунальних стоків.</i></p>	2
15	<p><b>Проектування споруд очищення комунально-побутових та промислових стічних вод</b></p> <p><i>Розрахунок решіток, первинних відстійників.</i></p> <p><i>Література: [2] с. 144-151; [3] с. 35-42; [7] с. 125-127; [10] с. 17-80; [12] с. 12-59; [8] с. 123-130.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Проектування барабаних сіток та мікрофільтрів.</i></p>	2
16	<p><b>Проектування споруд очищення комунально-побутових та промислових стічних вод</b></p> <p><i>Проектування пісковловлювачів горизонтальних, аерованих та пісковловлювачів з круговим рухом води.</i></p> <p><i>Література: [2] с. 151-155; [3] с. 45-60; [4] с. 127-130; [7] с. 127-132; [10] с. 127-132.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Проектування усереднювачів.</i></p>	2
17	<p><b>Проектування споруд біологічного очищення води</b></p> <p><i>Споруди біологічної очистки стічних вод. Поля зрошення та фільтрації. Біологічні ставки та окислювальні канали. Аеротенки та біологічні фільтри.</i></p> <p><i>Проектування споруд біологічної очистки.</i></p> <p><i>Література: [2] с. 162-189; [3] с. 105-154; [4] с. 131-135; [7] с. 134-137.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Аеротенки з полімерним завантаженням.</i></p>	2
18	<p><b>Споруди анаеробного очищення води</b></p> <p><i>Проектування метантенків.</i></p> <p><i>Література: [2] с. 189-191; [3] с. 166; [4] с. 140-143, [7] с. 142-145</i></p> <p><i>Завдання на СРС. споруди для біохімічної переробки стічних вод в природних умовах</i></p>	2
	Всього	36

### **Практичні заняття**

*У системі професійної підготовки студентів по даній дисципліні практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра в галузі хімічних технологій, а саме*

захисту водойм від антропогенного впливу. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників в області охорони навколишнього природного середовища.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області розробки та проектування очисних споруд;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших видів завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою, документацією і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p><b>Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води</b>            Вибір та обґрунтування технологічної схеми очистки води на основі вимог до якості води та характеристик природної води.            Література: [4] с. 12-21.            Завдання на СРС. Сучасні технології безреагентного освітлення води.</p>	2
2	<p><b>Розрахунок споруд реагентного господарства</b>            Визначення доз реагентів. Розрахунок площ складу та об'єму басейну для зберігання реагентів.            Література: [4] с. 59-64; [7] с. 56-59.            Завдання на СРС. Конструкції споруд реагентного господарства.</p>	2
3	<p><b>Розрахунок споруд реагентного господарства</b>            Розрахунок дози реагентів. Вибір дозаторів. Проектування змішувачів            Література: [4] с. 59-70; [7] с. 59-65.            Завдання на СРС. Конструкції змішувачів гідравлічного та механічного типу.</p>	2
4	<p><b>Розрахунок камер пластівцеутворення</b>            Проектування перегородчастих, вертикально-вихрових, водоворотних камер пластівцеутворення. Розрахунок камер пластівцеутворення із змуленим осадам.            Література: [4] с. 70-75; [7] с. 67-72.            Завдання на СРС. Вибір конструкції реактора при реалізації процесів градієнтного коагулювання.</p>	2
5	<p><b>Відстоювання води. Розрахунок відстійників</b>            Проектування вертикальних відстійників            Література: [3] с. 81-83; [4] с. 75-80; [7] с. 74-77, 268.            Завдання на СРС. Технологічне визначення гідравлічної крупності механічних домішок.</p>	2
6	<p><b>Відстоювання води. Розрахунок відстійників</b>            Розрахунок горизонтальних (радіальних) та тонкошарових відстійників.            Література: [2] с. 155-162; [4] с. 80-85; [7] с. 77-82.            Завдання на СРС. Визначення вертикальної турбулентної складової руху води.</p>	2
7	<p><b>Розрахунок провітлювачів із шаром змуленого осаду.</b>            Проектування провітлювачів із шаром змуленого осаду.            Література: [4] с. 87-89; [7] с. 83-87.            Завдання на СРС. Фільтрування води в завислому шарі осаду.</p>	2

8	<b>Проектування нафто-, смоло- та маслоуловлювачів</b> Розрахунок нафто-, смоло- та маслоуловлювачів Література: [3] с. 175-177; [4] с. 87-89; [12] с. 63-67. Завдання на СРС. Коалесценція золів нафтопродуктів у воді.	2
9	<b>Фільтрування води</b> Проектування швидких механічних фільтрів. Література: [4] с. 92-96; [7] с. 52-63. Завдання на СРС. Конструкції швидких фільтрів безперервної дії.	2
10	<b>Технологічні схеми іонообмінного очищення води</b> Розрахунок іонообмінних установок. Література: [4] с. 96-136; [7] с. 97-109; [12] с. 86-119. Завдання на СРС. Переробка відпрацьованих регенераційних розчинів.	2
11	<b>Технологічні схеми іонообмінного очищення води</b> Розрахунок установки катіонного пом'якшення води. Література: [4] с. 96-136; [7] с. 97-109; [12] с. 86-119. Завдання на СРС. Безвідходні установки іонообмінного пом'якшення води.	2
12	<b>Споруди флотаційної очистки води</b> Розрахунок електрофлотаторів, проектування напірних флотаційних установок Література: [1] с. 125-134, [4] с.109-124 , [9] с. 97-101. Завдання на СРС. Конструкції напірних та пневматичних флотаційних установок.	2
13	<b>Електрохімічні методи очищення води</b> Проектування електрокоагулятора періодичної дії, електрокоагулятора безперервної дії Література: [1] с. 61-67 , [4] с. 109-124, [9] с. 138-141. Завдання на СРС. Електрохімічні установки для вилучення металів.	2
14	<b>Проектування споруд очищення комунально-побутових та промислових стічних вод</b> Проектування споруд механічної очистки стічних вод. Розрахунок усереднювачів та решіток. Література: [3] с. 42-44; [4] с. 125-126. Завдання на СРС. Утилізація осадів з первинних відстійників.	2
15	<b>Проектування споруд очищення комунально-побутових та промислових стічних вод</b> Розрахунок уловлювачів піску. Література: [4] с. 127-131; [7] с. 129-132. Завдання на СРС. Утилізація осадів, затриманих на піскоуловлювачах.	2
16	<b>Споруди біологічного очищення води</b> Розрахунок одноступеневих аеротенків витиснювачів. Розрахунок аеротенків змішувачів. Література: [4] с. 131-135; [7] с. 134-137; [9] с. 482-487. Завдання на СРС. Використання аеротенків з дробним пуском активного мулу. Утилізація надлишкового активного мулу.	2
17	<b>Споруди біологічного очищення води</b> Розрахунок метантенків, окислювальних каналів. Література: [4] с. 140-143; [9] с. 487-492. Завдання на СРС. Розрахунок гранично-допустимого скиду забруднень.	2
18	<b>Модульна контрольна робота з розділів 1-10</b>	2
	<b>Всього</b>	36

### **Самостійна робота студента**

Самостійна робота студентів займає 67 % часу вивчення кредитного модуля, включає також підготовку до МКР та до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це



опанування наукових знань в області проектування очисних споруд, ефективних технологій очищення стічних вод, водопідготовки, проектування водооборотних та замкнених систем водокористування, що не ввійшли у перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<b>Розділ 1. Загальні підходи та правила проектування очисних споруд</b>		
1	Техніко-економічне обґрунтування технології водоочищення. Література: [4] с. 12-36; [12] с. 243-250. Вимоги до якості питної та технічної води. Література: [9] с. 27-33.	4
<b>Розділ 2. Розрахунок матеріального балансу</b>		
2	Розрахунок матеріального балансу станції водопідготовки. Література: [4] с. 36-56; [7] с. 33-36.	2
<b>Розділ 3. Водопідготовка. Проектування споруд реагентного господарства</b>		
3	Сучасні технології водопідготовки. Література: [4] с. 21-23; [1] с. 238-239; [9] с. 337-338. Техніко-економічне порівняння реагентних методів пом'якшення води. Сучасні технології безреагентного освітлення води. Техніко-економічне порівняння реагентних методів пом'якшення води. Конструкції споруд реагентного господарства. Література: [4] с. 12-21, 59-64; [6] с. 226-232.	6
<b>Розділ 4. Проектування камер пластивцеутворення. Освітлення води</b>		
4	Конструктивні особливості споруд по приготуванню та дозуванню вапна. Насоси дозатори. Конструкції, характеристики. Коагулювання колоїдів у водних системах. Конструкції змішувачів гідравлічного та механічного типу. Вибір конструкції реактора при реалізації процесів градієнтного коагулювання. Література: [4] с. 59-75; [6] с. 32-64, 268; [9] с. 104-141. Технологічні дослідження по визначенню гідравлічної крупності осаду. Розрахунок гідроциклонів. Реагентне пом'якшення води. Визначення вертикальної турбулентної складової руху води. Фільтрування води в завислому шарі осаду. Дезактивація води флотацією. Конструкції напірних та пневматичних флотаційних установок. Коалесценція золів нафтопродуктів у воді. Література: [4] с. 75-90, 109-124; [7] с. 82-87.	6
<b>Розділ 5. Фільтрування води</b>		
5	Механізми очищення води фільтрування. Особливості роботи швидких та повільних фільтрів. Конструкції швидких фільтрів безперервної дії. Література: [4] с. 89-96; [9] с. 90-97; [12] с. 52-63.	4
<b>Розділ 6. Іонний обмін</b>		
6	Основні марки катіонітів та аніонітів, їх структура та характеристики. Вирішення проблеми утилізації регенераційних розчинів. Переробка відпрацьованих регенераційних розчинів. Безвідходні установки іонообмінного пом'якшення води. Література: [1] с. 165-191, [6] с. 130-160, [4] с. 96-136; [9] с. 228-236.	4
<b>Розділ 7. Флоатаційне очищення води</b>		
7	Конструкції напірних та пневматичних флоатаційних установок. Література: [4] с. 122-124; [9] с. 97-101.	4
<b>Розділ 8. Електрохімічні методи очищення води</b>		
8	Проектування електрокоагуляторів для очистки води від полімерних сполук. Електрохімічні установки для вилучення металів.	2

	Література: [1] с. 233-237, [4] с. 109-122, [9] с. 403-408.	
<b>Розділ 9. Проектування споруд очищення промислових та комунально-побутових стічних вод</b>		
9	Сучасні технології очищення комунальних стоків. Утилізація осадів з первинних відстійників. Утилізація осадів, затриманих на піскоуловлювачах. Розрахунок гранично-допустимого скиду забруднень. Література: [2] с. 216-239; [3] с. 155-163; [4] с. 125-142; [6] с. 232-235, [9] с. 39-45.	6
<b>Розділ 10. Проектування споруд біологічного очищення води</b>		
10	Аеротенки з полімерним завантаженням. Використання аеротенків з дробним пуском активного мулу. Утилізація надлишкового активного мулу. Література: [2] с. 247-264; [4] с. 125-142; [7] с. 134-142, [9] с. 479-500.	4
11	Підготовка до МКР	3
12	Підготовка до заліку	3
	Всього годин	48

### Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Програмний результат	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі	<u>Лекція 2.</u> Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води.	<u>Практичне заняття 1.</u> Розробка та обґрунтування технологічної схеми очищення води.
обґрунтувати вибір технологічних схем виробництва на підставі раціонального використання сировини, енергії, одержання якісної продукції, досягнення високої продуктивності з одночасним рішенням екологічних питань, розраховувати матеріальні і теплові баланси процесів, на їх основі знаходити витрати сировини та енергоресурсів	<u>Лекція 1.</u> Зміст та обсяг проєкту; <u>Лекція 3.</u> Матеріальний баланс; <u>Лекція 5.</u> Проектування змішувачів; <u>Лекція 6.</u> Проектування камер пластівцеутворення; <u>Лекція 8.</u> Проектування відстійників; <u>Лекція 9.</u> Проектування просвітлювачів з завислим шаром осаду; <u>Лекція 11.</u> Установки іонообмінного знесолення води; <u>Лекція 13.</u> Електрохімічні методи очищення води. Розрахунок електрокоагуляторів та електрофлотаторів; <u>Лекція 15-16.</u> Проектування споруд очищення комунально-побутових та промислових	<u>Практичне заняття 2.</u> Розрахунок споруд реагентного господарства; <u>Практичне заняття 3.</u> Розрахунок споруд реагентного господарства; <u>Практичне заняття 4.</u> Розрахунок камер пластівцеутворення; <u>Практичне заняття 5.</u> Відстоювання води. Розрахунок відстійників; <u>Практичне заняття 6.</u> Відстоювання води. Розрахунок відстійників; <u>Практичне заняття 7.</u> Розрахунок просвітлювачів із шаром змуленого осаду; <u>Практичне заняття 8.</u> Проектування нафто-, смола- та маслоуловлювачів; <u>Практичне заняття 14-15.</u> Проектування споруд

	<p>стічних вод;  <u>Лекція 17.</u> Проектування споруд біологічного очищення води;  <u>Лекція 18.</u> Споруди анаеробного очищення води.</p>	<p>очищення комунально-побутових та промислових стічних вод;  <u>Практичне заняття 16-17.</u> Споруди біологічного очищення води.</p>
<p>розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики;</p>	<p><u>Лекція 4.</u> Водопідготовка;  <u>Лекція 7.</u> Освітлення води відстоюванням;  <u>Лекція 10.</u> Очищення води на механічних фільтрах;  <u>Лекція 12.</u> Флотаційне очищення води;  <u>Лекція 14.</u> Споруди очищення промислових та комунально-побутових стічних вод.</p>	<p><u>Практичне заняття 9.</u> Фільтрування води;  <u>Практичне заняття 10-11.</u> Технологічні схеми іонообмінного очищення води;  <u>Практичне заняття 12.</u> Споруди флотаційної очистки води;  <u>Практичне заняття 13.</u> Електрохімічні методи очищення води.</p>

### Політика та контроль

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

##### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

##### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
  - <https://www.coursera.org/learn/water-treatment>;
  - <https://cropaia.com/water-treatment-pro/>;
  - <https://www.coursera.org/learn/water-management>
  - <https://www.coursera.org/learn/water>.

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

##### Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

##### Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача екзамену за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

##### Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях. При використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок,

електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РР	Семестровий контроль
7	4	120	36	36	–	48	1	–	залік

**Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:**

- роботу на практичних заняттях
- написання модульної контрольної роботи.

Семестровим контролем є залік.

#### **Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання**

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- три контрольні роботи (одна запланована за робочим планом МКР поділяється на 3 роботи тривалістю по 30 хвилин);
- вісім відповідей на практичних заняттях;

Ваговий бал за одну контрольну роботу – 20 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 20 балів x 3 роботи = 60 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь	20
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	16 - 19
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи ознак	12– 15
Відповідь поверхнева без належного аналізу параметрів	7 – 11
Відповідь поверхнева без повного розуміння суті, без аналізу параметрів, неповні висновки	1 – 6
Контрольна робота не зарахована	0

Відповіді при опитуванні на практичних заняттях.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: 5 бал x 8 відп = 40 балів

Критерії оцінювання відповідей

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь на запитання	5
Відповідь не достатньо повна (не наведено 1-2 параметрів)	4
У відповіді не наведено 1-2 параметри чи показники, не чітко пояснено зв'язок параметрів	3
Відповідь поверхнева без наведення конкретних умов, фактів, немає висновків	1-2
Відповідь не зарахована	0

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$RC=3*20+8*5=100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 40 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів.

За результатами навчальної роботи за 18 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 90 балів. На другій атестації (16-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 40 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують додаткову контрольну роботу. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. Перелік запитань наведено у Розділі 8.

Завдання контрольної роботи складається з 4 питань, що відносяться до різних тем кредитного модуля. За правильну відповідь на кожне питання студенти отримують по 5 балів. Отже, максимальна кількість балів за залікову контрольну складає 5 балів  $\times 4 = 20$  балів.

Система оцінювання окремих питань залікової контрольної роботи:

<b>Повнота та ознаки відповіді</b>	<b>Бали</b>
«Відмінно»: Повна та вірна відповідь на питання	5
«Добре»: У відповіді не наведено достатньої кількості фактів, прикладів, не зроблено висновків, або допущено окремі неточності;	3-4
«Задовільно»: Дана часткова відповідь, конкретне формулювання законів та термінів відсутнє або допущено грубі помилки;	1-2
«Незадовільно»: Питання не зараховане або відсутнє	0

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів R переводиться згідно з таблицею:

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

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

### **Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль**

1. Навести алгоритм визначення повної продуктивності станції водопідготовки, доз коагулянту та вапна.
2. Описати технологічну схему підготовки питної води.
3. Описати технологічну схему реагентного пом'якшення води.
4. Описати технологічну схему іонообмінного пом'якшення та знесолення води.
5. Навести алгоритм розрахунку матеріального балансу.
6. Охарактеризувати основні типи та конструкції змішувачів.
7. Навести алгоритм розрахунку вертикальних вихрових змішувачів.
8. Навести принцип роботи і алгоритм розрахунку перегородчатих змішувачів.
9. Навести алгоритм розрахунку вертикальних вихрових змішувачів.
10. Пояснити принцип роботи і навести алгоритм розрахунку перегородчатих змішувачів.

11. Охарактеризувати основні типи та конструкції камер пластівцеутворення.
12. Навести алгоритм розрахунку перегородчатих камер пластівцеутворення.
13. Навести алгоритм розрахунку водоворотних камер пластівцеутворення.
14. Навести алгоритм розрахунку камер пластівцеутворення із змуленим осадам.
15. Навести алгоритм розрахунку вертикальних вихрових камер пластівцеутворення.
16. Охарактеризувати процес відстоювання завислих речовин у воді.
17. Навести алгоритм розрахунку вертикальних відстійників.
18. Навести особливості конструкції та описати принцип роботи вертикальних відстійників.
19. Навести алгоритм розрахунку горизонтальних відстійників.
20. Описати принцип роботи горизонтальних відстійників. Вказати межі їх застосування.
21. Навести алгоритм розрахунку радіальних відстійників.
22. Навести алгоритм розрахунку тонкошарових відстійників.
23. Навести алгоритм розрахунку гідроциклонів.
24. Навести алгоритм розрахунку освітлювачів із завислим шаром осаду.
25. Навести алгоритм розрахунку напірних флотаційних установок.
26. Навести алгоритм розрахунку електрофлотаторів.
27. Навести алгоритм розрахунку електрокоагуляторів періодичної та безперервної дії.
28. Охарактеризувати процес фільтрування води. Порівняти повільні та швидкі фільтри.
29. Охарактеризувати процес фільтрування води. Навести загальні поняття даного процесу. Пояснити механізм фільтрування.
30. Навести алгоритм розрахунку дренажних системи швидких фільтрів.
31. Охарактеризувати основні типи та конструкції швидких фільтрів.
32. Навести конструкції та описати принцип роботи повільних фільтрів.
33. Навести алгоритм розрахунку швидких фільтрів.
34. Охарактеризувати процес іонного обміну. Обґрунтувати його застосування в технологіях знесолення води.
35. Охарактеризувати процес іонного обміну. Сформулювати поняття: катіоніт, аніоніт, поліамфоліт, сорбція, регенерація, обмінна ємність, протиіони, коіони, селективність іоніту.
36. Навести алгоритм розрахунку іонообмінних фільтрів.
37. Навести алгоритм розрахунку витрати реагентів на регенерацію іонообмінних фільтрів.
38. Пояснити принцип роботи та описати конструкцію напірної флотаційної установки.
39. Пояснити принцип роботи та описати конструкцію електрокоагулятора.
40. Пояснити принцип роботи та описати конструкцію електрофлотатора.
41. Охарактеризувати електрохімічні методи очищення води.
42. Представити порядок, режим роботи та регенерації іонообмінних фільтрів.
43. Навести конструкції та описати принцип роботи просвітлювача із змуленим шаром осаду.
44. Навести алгоритм розрахунку вторинних відстійників.
45. Навести конструкції та описати принцип роботи радіальних відстійників.
46. Навести алгоритм визначення гідравлічної крупності осаду.
47. Порівняти основні типи відстійників. Описати принцип їх роботи.
48. Навести алгоритм визначення концентрації завислих речовин на вході у відстійник.
49. Описати технологічну схему очищення комунально-побутових стічних вод.
50. Охарактеризувати роботу споруд механічного очищення комунально-побутових стічних вод.
51. Охарактеризувати роботу споруд біологічного очищення води.
52. Пояснити принцип роботи та основні типи аеротенків.
53. Навести алгоритм розрахунку решіток.
54. Навести алгоритм визначення приведенного числа жителів.

55. Описати принцип роботи та конструкції піскоуловлювачів.
56. Навести алгоритм розрахунку горизонтальних піскоуловлювачів.
57. Навести алгоритм розрахунку піскоуловлювачів з круговим рухом води.
58. Навести алгоритм розрахунку аерованих піскоуловлювачів.
59. Навести алгоритм розрахунку одноступеневих аеротенків витиснювачів.
60. Навести алгоритм визначення площі складу для зберігання реагентів.
61. Навести алгоритм розрахунку аеротенків – витиснювачів.
62. Навести призначення, принцип роботи та алгоритм розрахунку розчинних та витратних баків реагентів.
63. Навести алгоритм визначення площі складу для зберігання реагентів.
64. Навести алгоритм розрахунку басейну для мокрого зберігання реагентів та витратних баків.
65. Навести алгоритм розрахунку аеротенків змішувачів з регенерацією активного мулу.
66. Навести алгоритм розрахунку одноступеневих аеротенків змішувачів.
67. Навести алгоритм розрахунку аераторів аеротенків.
68. Навести алгоритм розрахунку метантенків.
69. Обґрунтувати вибір обладнання зневоднення сирих осадів.

### **Приблизний перелік питань, що виносяться на модульну контрольну роботу**

#### **Частина 1**

##### **Варіант 1.**

1. Навести склад курсового та дипломного проєкту.
2. Сформулювати вибір та обґрунтування технологічної схеми.

##### **Варіант 2.**

1. Дати визначення характеристикам природної води, вимогам до очищеної води.
2. Навести загальні положення відстоювання води. Описати технологічні методи визначення гідравлічної крупності осаду.

##### **Варіант 3.**

1. Навести алгоритм розрахунку матеріального балансу.
2. Навести загальні положення знезсолення води. Представити вибір технологічної схеми.

##### **Варіант 4.**

1. Навести правила оформлення графічного матеріалу проєкту.
2. Навести алгоритм визначення повної продуктивності станції водопідготовки.

##### **Варіант 5.**

1. Навести загальні положення знезараження води.
2. Навести алгоритм визначення площі складів при сухому зберіганні реагентів.

##### **Варіант 6.**

1. Навести загальні положення фільтрування води.
2. Навести алгоритм розрахунку басейнів для мокрого зберігання реагентів, розчинних та витратних баків.

##### **Варіант 7.**

1. Навести загальні положення іонообмінного очищення води.
2. Навести алгоритм визначення необхідного ступеню очищення води на станції водопідготовки.

##### **Варіант 8.**

1. Пояснити роботу повільних фільтрів.
2. Навести алгоритм розрахунку електрофлотаторів.

#### **Частина 2**

##### **Варіант 1.**

1. Навести алгоритм розрахунку дірчатих змішувачів.
2. Навести алгоритм розрахунку електрокоагулятора.

*Варіант 2.*

- 1. Навести алгоритм розрахунку вертикальних вихрових змішувачів.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку напірного флотатора.*

*Варіант 3.*

- 1. Навести алгоритм розрахунку перегородчатих змішувачів.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку освітлювачів із завислим шаром осаду.*

*Варіант 4.*

- 1. Навести алгоритм розрахунку вертикальних вихрових камер пластівцеутворення.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку швидких фільтрів.*

*Варіант 5.*

- 1. Навести алгоритм розрахунку іонообмінних фільтрів.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку водоворотних камер пластівцеутворення.*

*Варіант 6.*

- 1. Навести алгоритм розрахунку радіальних відстійників.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку електрофлотаторів.*

*Варіант 7.*

- 1. Навести алгоритм розрахунку перегородчатих камер пластівцеутворення.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку горизонтальних відстійників.*

*Варіант 8.*

- 1. Навести алгоритм розрахунку камери пластівцеутворення із завислим шаром осаду.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку вертикальних відстійників.*

*Частина 3*

*Варіант 1.*

- 1. Описати технологічну схему очистки стічної води виробництва аміаку.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку решіток.*
- 3. Навести алгоритм розрахунку одноступеневих аеротенків витиснювачів.*

*Варіант 2.*

- 1. Описати типову технологічну схему очистки комунально-побутових стоків.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку горизонтальних піскоуловлювачів.*
- 3. Навести алгоритм розрахунку одноступеневих аеротенків змішувачів.*

*Варіант 3.*

- 1. Охарактеризувати споруди механічної очистки стічних вод.*
- 2. Навести алгоритм визначення ступеню очистки стічних вод.*
- 3. Навести алгоритм розрахунку двохступеневих аеротенків.*

*Варіант 4.*

- 1. Описати технологічну схему очистки стічних води виробництва паперу.*
- 2. Охарактеризувати біологічні ставки та окислювальні канали.*
- 3. Навести алгоритм розрахунку аерованих піскоуловлювачів.*

*Варіант 5.*

- 1. Охарактеризувати біологічні методи очистки стічних вод.*
- 2. Навести алгоритм розрахунку вторинних відстійників.*
- 3. Описати принципові технологічні схеми очистки стічних вод гальванічних виробництв.*

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

**Складено проф., д.т.н., Гомелею М. Д.**

**доцентом, к.т.н., Глушко О.В.**

**Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 17 від 23.05.2024р.)**

**Погоджено методичною комісією ІХФ ( протокол № 11 від 28.06.2024)**