



### Деструктивні методи очищення 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>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс/6 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>4 години на тиждень (1 година лекційних, 1 година практичних занять та 2 години лабораторних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/tverdokhlib-mariya-mikolajivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/tverdokhlib-mariya-mikolajivna.html</a> Лабораторні заняття: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/tverdokhlib-mariya-mikolajivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/tverdokhlib-mariya-mikolajivna.html</a> <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/trus-inna-mikolajivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/trus-inna-mikolajivna.html</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/">https://do.ipk.kpi.ua/course/</a></i>

##### Програма навчальної дисципліни

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

*Наслідком науково-технічної революції, що призвела до глобальної екологічної катастрофи, є суттєве порушення гомеостазу біосфери, в тому числі і водних екосистем. На сьогодні у природних водах виявлено сотні тисяч органічних і неорганічних речовин антропогенного походження стійких до процесів самоочищення водойм. Прикладом може бути наявність у природних водах великої кількості складових медичних препаратів.*

*Традиційні методи очищення практично ніяк не впливають на видалення цих речовин із води. Лише використання деструктивних методів дозволяє вирішити проблему очищення води від даних домішок. При цьому не існує універсального методу. Для певних класів речовин застосовується відповідні методи. Лише при завчасному очищенні стічних вод від діоксинів, ціанідів, ізоціанатів, фенолів і багатьох інших хімічних препаратів можливо захистити природні водойми від надмірного забруднення, а населення від шкідливих впливів різних забруднювачів.*

*Предмет навчальної дисципліни «Деструктивні методи очищення води» є вивчення теоретичних основ очищення природних та стічних вод з метою підготовки води відповідної якості, що сприяє ефективному вирішенню проблеми раціонального використання водних ресурсів.*

*У значній мірі вирішення даної проблеми буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи окремі підприємства, установи, організації.*

*Для успішного вирішення завдань захисту та збереження природних водних об'єктів такі фахівці мають бути добре обізнані із сучасними методами та технологіями водоочищення та водопідготовки.*

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів комплексу знань, пов'язаних з вирішенням питань очищення води від розчинених та нерозчинних в ній домішок, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень в даному напрямку, для створення сучасних та нових методів і технологій підготовки питної води та очищення стічних вод, для кваліфікованого управління технологічними процесами в області водопостачання промисловості та комунальних господарств.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає формування у студентів компетентностей:

- здатність використовувати теоретичні основи екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування, основні принципи та складові екологічного управління.

- 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 застосовувати сучасні експериментальні методи роботи з технологічними об'єктами в промислових і лабораторних умовах.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни **«Деструктивні методи очищення води»**, студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування;

- обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв;

- проводити оцінку стану довкілля, визначати рівень впливу підприємства (виробництва) на навколишнє середовище, визначати основні забруднювачі довкілля даного підприємства (виробництва).

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

Вивчення дисципліни **«Деструктивні методи очищення води»** базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування: «Гідрологія», «Хімія з основами біогеохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Органічна хімія», «Аналітична хімія».

Дисципліна **«Деструктивні методи очищення води»** є фундаментальною основою для вивчення наступних дисциплін: «Технології очищення води», «Водопідготовка в промисловості та комунальних господарствах», «Механічні та біологічні процеси утилізації рідких відходів», «Проектування систем водопостачання», «Оборотні та замкнуті системи водоспоживання», «Централізовані системи водопостачання», «Проектування очисних споруд та систем водокористування», «Процеси та обладнання очищення води», «Станції водоочищення», «Ресурсоефективні водоциркуляційні системи», «Водопостачання та водовідведення найбільш водоемких підприємств», «Системи промислового водопостачання без скиду стічних вод у довкілля» та забезпечує виконання бакалаврського проекту.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Теоретичні основи деструктивної очистки води**

Тема 1 Використання деструктивних методів обробки води в процесах водопідготовки.

Тема 2. Застосування хлору та його сполук в деструктивних методах очищення води.

Тема 3. Озонування в деструктивних методах очищення води.

Тема 4. Каталітичне окислення домішок у воді.

Тема 5. Фізичні методи деструктивної обробки води.

### **Розділ 2. Деструкція забруднювачів у воді**

Тема 6. Видалення барвників з води шляхом їх деструкції.

Тема 7. Деструкція органічних речовин присутніх у воді.

## Тема 8. Очищення води від фторидів.

### 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. Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Фізико-хімічні методи доочищення води. Підручник. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 264 с.
3. 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.
4. Шаблій Т.О., Радовенчик В.М. Гомеля М. Д. Застосування нових реагентів і технологій в промисловому водоспоживанні.- К.: Інфодрук, 2014. – 302с.
5. Гомеля М. Д., Радовенчик В.М. Шаблій Т. О. Сучасні методи кондиціонування та очистки води у промисловості. -К.: Графіка, 2007. – 168 с.
6. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Носачова Ю.В. Методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з дисципліни «Фізико-хімічні основи очистки води» для студентів напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 2012.- 50 с.
7. Трус І.М., Галиш В.В., Скиба М.І., Радовенчик Я.В., Гомеля М.Д. Нові високоефективні методи очищення від розчинних та нерозчинних політантів: монографія. / – К.: Кондор-Видавництво, 2020. – 272 с.

#### Додаткова література

8. Галиш В.В., Трус І.М., Радовенчик Я.В., Флейшер Г.Ю., Гомеля М.Д. Комплексні технології очищення води від іонів важких металів: монографія. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. – 152с.
9. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк.. 2005 – 671 с.
10. Трус І.М. Маловідходні технології демінералізації води: монографія. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 250 с.
11. Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2 : Методи очищення стічних вод – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 258 с.
12. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Безвозюк І. І., Петрук Р. В., Турчик П. М. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.3: Методи переробки осадів стічних вод – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 324 с.

#### Інформаційні ресурси в Інтернеті

13. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
14. Промислова екологія. Спільнота фахівців-екологів - <http://www.eco.com.ua/>
15. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) - <https://paeu.com.ua/>
16. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського – <http://www.nbuv.gov.ua/>
17. Електронний архів освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського – <https://ela.kpi.ua/>

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

**Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **«Деструктивні методи очищення води»**, 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 визначенні напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області сучасних методів та процесів водопідготовки, прогнозування розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання)
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результату і зразків ;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
<b>Розділ 1. Теоретичні основи деструктивної очистки води</b>		
1	<p><b>Тема 1. Використання деструктивних методів обробки води в процесах водопідготовки.</b></p> <p>Класифікація деструктивних методів, що використовуються для очищення води. Окисно-відновні процеси з використанням хімічних речовин. Окислювальні та термоокислювальні методи. Деструкція домішок у воді за допомогою кисню.</p> <p>Література: [1] с. 223-237; [2] с. 216-220; [9] с. 460-468.</p> <p>Завдання на СРС: Механізми окиснення домішок у воді.</p>	<b>2</b>
2	<p><b>Тема 2. Застосування хлору та його сполук в деструктивних методах очищення води.</b></p> <p>Хлорування води: дія хлору на бактерії та мікроорганізми, мінеральні й органічні домішки. Реагенти, що використовують у процесах знезараження води. Способи отримання хлоровмісних реагентів.</p> <p>Література: [1] с. 223-237; [2] с. 210-216; [7] с. 55-76; [9] с. 452-478.</p> <p>Завдання на СРС: Комбіновані методи хлорування води.</p>	<b>2</b>
3	<p><b>Тема 3. Озонування в деструктивних методах очищення води.</b></p> <p>Озонування води: переваги та недоліки методу. Принципи знезараження води за допомогою озону. Видалення домішок органічного походження озонуванням води. Основне апаратне обладнання для озонування води.</p> <p>Література: [1] с. 223-237; [2] с. 216-225; [9] с. 450-465.</p> <p>Завдання на СРС: Використання озонідів для деструкції домішок.</p>	<b>2</b>
4	<p><b>Тема 4. Каталітичне окислення домішок у воді.</b></p> <p>Принципи каталітичного окислення домішок органічного та неорганічного походження. Каталітичні матеріали, що використовують у водоочищенні. Фотокаталіз як метод очистки забруднених стічних вод.</p> <p>Література: [2] с. 225-240; [3] с. 29-34; [9] с. 428-435.</p> <p>Завдання на СРС: Електрокаталітична деструкція.</p>	<b>2</b>
5	<p><b>Тема 5. Фізичні методи деструктивної обробки води.</b></p> <p>Використання випромінювання для обробки води. Радіаційна обробка води.</p>	<b>2</b>

	<p>Використання ультразвуку для деструкції домішок. Магнітна обробка води. Електрохімічна деструкція забруднень.</p> <p>Література: [1] с. 223-237; [2] с. 220-224; [9] с. 460-478.</p> <p>Завдання на СРС: Джерела іонізуючого випромінювання.</p>	
<b>Розділ 2. Деструкція забруднювачів у воді</b>		
6	<p><b>Тема 6. Видалення барвників з води шляхом їх деструкції.</b></p> <p>Проблеми пов'язані з забрудненням вод барвниками органічного та неорганічного походження. Методи, що використовуються для руйнування барвників та вилучення їх з водного середовища. Нові напрямки та технології для знебарвлення стічних вод.</p> <p>Література: [1] с. 243-250; [2] с. 240-254; [9] с. 480-498.</p> <p>Завдання на СРС: Використання магнітних сорбентів при видаленні синтетичних барвників із стічних вод.</p>	2
7	<p><b>Тема 7. Деструкція органічних речовин присутніх у воді.</b></p> <p>Забруднення води небезпечними органічними сполуками. Використання фізико-хімічних методів для руйнування органічних речовин. Очищення води від фенолів. Вилучення ПАР із води. Очищення стічних вод від нафтопродуктів.</p> <p>Література: [4] с. 87-101; [5] с. 9-24; [10] с. 11-54.</p> <p>Завдання на СРС: Очищення стічних вод від органічних розчинників.</p>	2
8	<p><b>Тема 8. Очищення води від фторидів.</b></p> <p>Фтор – як потенційний забруднювач природних вод. Методи, що використовуються для видалення фторид-іонів із води. Використання реагентів для очищення води від фтору. Електрохімічна деструкція фтормістких вод.</p> <p>Література: [2] с. 42-48; [4] с. 7-85; [6] с. 132-156; [8] с. 56-67.</p> <p>Завдання на СРС: Видалення фтору з промислових стічних вод за допомогою електрокоагуляції.</p>	2
9	Залік.	2
	<b>Всього</b>	<b>18</b>

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по даній дисципліні практичні заняття займають 25 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра в галузі екології, а саме захисту вододім 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 бакалаврам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів та технологій очищення води;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p><b>Деструктивні методи очищення води</b></p> <p>Реагентна деструкція .Термічні методи. Фотокаталітичне очищення води.</p>	2

	<i>Література: [1] с. 223-235.</i>	
2	<b>Використання окиснювачів для знезараження води.</b> <i>Бактерицидна дія хлору, озону, пероксиду водню, іонів срібла. Безреагентні методи знезараження води. Застосування сполук мангану для окиснення неорганічних та органічних речовин. Вибір технологічної схеми знезараження води. Розрахунок дози хлору, гіпохлориту натрію, перманганату калію в залежності від величини вмісту забруднюючих речовин у воді. Література: [1] с. 223-237; [2] с. 210-216; [7] с. 55-76; [9] с. 452-478.</i>	4
3	<b>Електрохімічне очищення води</b> <i>Руйнування молекул води при електролізі. Електрохімічна деструкція водяних забруднювачів. Електроліз хлоридів. Очищення води від іонів важких металів. Електрохімічна деструкція органіки. Установки для електрохімічного очищення води. Література: [1] с. 223-237; [2] с. 220-224; [9] с. 460-478.</i>	2
4	<b>Зниження колірності води в процесах водопідготовки</b> <i>Сполуки, що впливають на колірність води. Використання деструктивних методів для зниження колірності води. Література: [2] с. 123-135; [3] с. 93-115; [9] с. 45-58;</i>	2
5	<b>Сучасні технології деструкції барвників</b> <i>Застосування мембранних технологій для вилучення барвників з води. Використання природних та синтетичних сорбентів. Шляхи вирішення питання щодо утилізації відходів, що утворюються в процесі очищення води від барвників. Література: [1] с. 243-250; [2] с. 240-254; [9] с. 480-498.</i>	2
6	<b>Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод</b> <i>Оцінити належний ступінь очищення виробничих стічних вод за кількістю наявних в них забруднюючих речовин. Визначити величину концентрації забруднювача в стічних водах, якої необхідно досягти внаслідок очищення. Підібрати відповідні методи очищення води в залежності від присутніх компонентів. Література: [1] с. 220-227; [2] с. 155-178; [11] с. 134-145.</i>	4
7	<b>Модульна контрольна робота</b>	2
	<b>Всього</b>	<b>18</b>

### Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації організатора природокористування. Метою лабораторно-практичних занять є розвиток у студентів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Годин
1	<i>Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичної літератури.</i>	2
2	<i>Знебарвлення природної води озонуванням.</i>	4
3	<i>Видалення органічних барвників з води деструктивним методом.</i>	4
4	<i>Видалення органічних барвників з води реагентним методом.</i>	4
5	<i>Видалення органічних домішок з води баромембранним методом.</i>	4
6	<i>Залежність ефективності зворотньоосмотичних мембран від ступеня відбору перміату в процесах пом'якшення води.</i>	6
7	<i>Залежність ефективності зворотньоосмотичних мембран від вихідної жорсткості води.</i>	6

8	Вилучення фторидів з води реагентим методом.	6
	<b>Всього</b>	<b>36</b>

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота займає 40% часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх технологій водопідготовки, виходячи із характеристик води і вимог до якості очищеної води. Він повинен вміти створювати найбільш ефективні методи очищення води.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<i>Розділ 1. Теоретичні основи деструктивної очистки води</i>		
1	<p>Механізми окиснення домішок у воді.  <b>Література:</b> [1] с. 223-237; [2] с. 216-220; [9] с. 460-468; [10] с.49-55.</p> <p>Комбіновані методи хлорування води.  <b>Література:</b> [1] с. 223-237; [2] с. 210-216; [7] с. 55-76; [9] с. 452-478.</p> <p>Використання озонідів для деструкції домішок.  <b>Література:</b> [1] с. 223-237; [2] с. 216-225; [9] с. 450-465.</p> <p>Електрокаталітична деструкція.  <b>Література:</b> [2] с. 225-240; [3] с. 29-34; [9] с. 428-435.</p> <p>Джерела іонізуючого випромінювання.  <b>Література:</b> [1] с. 223-237; [2] с. 220-224; [9] с. 460-478.</p>	24
<i>Розділ 2. Деструкція забруднювачів у воді</i>		
2	<p>Використання магнітних сорбентів при видаленні синтетичних барвників із стічних вод.  <b>Література:</b> [1] с. 243-250; [2] с. 240-254; [9] с. 480-498.</p> <p>Очищення стічних вод від органічних розчинників.  <b>Література:</b> [4] с. 87-101; [5] с. 9-24; [10] с. 11-54.</p> <p>Видалення фтору з промислових стічних вод за допомогою електрокоагуляції.  <b>Література:</b> [2] с. 42-48; [4] с. 7-85; [6] с. 132-156; [11] с. 56-67.</p>	16
3	<b>Підготовка до МКР</b>	4
4	<b>Підготовка до заліку</b>	4
	<b>Всього</b>	<b>48</b>

## Політика та контроль

### 7. 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://www.shortcoursesportal.com/studies/56436/introduction-to-drinking-water-treatment.html>

– [https://www.shortcoursesportal.com/studies/113424/drinking-water-treatment.html?ref=search\\_card](https://www.shortcoursesportal.com/studies/113424/drinking-water-treatment.html?ref=search_card)

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.

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>

## **8. 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	ДКР	Семестровий контроль
6	4	120	18	18	36	48	1	-	Залік

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

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних, лабораторних заняттях та за написання модульної контрольної роботи. Семестровим контролем є залік.

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

#### Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал на практичних заняттях складає по 5 балів. Передбачено виконання 6 практичних робіт.

#### Критерії оцінювання виконання практичних завдань

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
Завдання виконане в повній мірі	5
Незначні недоліки за пунктом 1	4



<i>Несвоєчасне виконання завдання</i>	<i>3</i>
<i>Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1</i>	<i>2-3</i>
<i>Неякісне виконання завдання</i>	<i>1</i>
<i>Невиконання завдання</i>	<i>0</i>

#### Виконання лабораторних робіт.

Ваговий бал за 1 лабораторну роботу складає 7 балів. Всього передбачено 7 лабораторних робіт.

#### Критерії оцінювання виконання лабораторної роботи

<i>Повнота та ознаки виконання завдання</i>	<i>Бали</i>
<i>Роботу виконано у повному обсязі без помилок, правильно оформлений протокол з відповідними висновками, роботу до захисту подано своєчасно, студент показує глибокі знання з питань роботи, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання під час захисту.</i>	<i>7</i>
<i>Роботу виконано у повному обсязі з незначними помилками або неточностями, в цілому правильно оформлений протокол з відповідними висновками, роботу до захисту подано своєчасно, під час захисту роботи студент показує знання з питань роботи, майже впевнено відповідає на поставлені запитання;</i>	<i>6-5</i>
<i>Роботу виконано у повному обсязі з незначними помилками або неточностями з нечітко сформульованими висновками, роботу до захисту подано своєчасно, під час захисту студент виявляє невпевненість, показує слабкі знання з питань роботи, не завжди дає вичерпні відповіді на запитання.</i>	<i>4-3</i>
<i>Роботу виконано не в повному обсязі, у роботі немає висновків, роботу до захисту подано несвоєчасно під час захисту студент не може відповісти на жодне поставлене запитання з теми роботи.</i>	<i>2-1</i>
<i>Роботу не виконано.</i>	<i>0</i>

#### Модульні контрольні роботи

Ваговий бал за модульну контрольну роботу становить 21 бал.

#### Критерії оцінювання МКР

<i>Повнота та ознаки відповіді</i>	<i>Бали</i>
<i>Повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), наведені приклади</i>	<i>21</i>
<i>Неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями</i>	<i>20-15</i>
<i>Неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки</i>	<i>14-7</i>
<i>Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки</i>	<i>6-1</i>
<i>Контрольна робота не зарахована</i>	<i>0</i>

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_c = 5 \cdot 6 + 7 \cdot 7 + 21 = 100 \text{ балів}$$

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. 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. Необхідною умовою допуску до заліку є рейтинг, що складає не менше 40% від рейтингової шкали (R), тобто 40 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9. 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

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

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

1. Наведіть класифікацію деструктивних методів очищення води.
2. Поясніть механізм окислення домішок у воді киснем.
3. Наведіть приклади застосування кисню при очищенні води.
4. Наведіть механізм окислення органічних домішок хлором та його сполуками.
5. Обґрунтуйте застосування озону при очищенні води.
6. Обґрунтуйте використання пероксиду водню, сполук марганцю при очищенні води.
7. Охарактеризуйте термоокислювальні методи очищення води.
8. Опишіть механізм глибокого окислення домішок у воді.
9. Охарактеризуйте рідкофазне окислення.
10. Опишіть механізм електрохімічного окислення домішок у воді.
11. Поясніть механізм каталітичного окислення домішок у воді.
12. Охарактеризуйте каталізатори, що використовують у водоочищенні.
13. Охарактеризуйте фотокаталітичний метод очищення води.
14. Наведіть приклади використання радіаційних методів очищення води.
15. Обґрунтуйте проблему забруднення води синтетичними барвниками.
16. Порівняйте методи, які використовують для очищення води від барвників.
17. Наведіть методи, які використовують для вилучення фенолів із води.
18. Наведіть методи за допомогою яких можна вилучити ПАВ з води.
19. Охарактеризуйте принцип використання реагентних методів очищення води від фтору дів.
20. Поясніть механізм електрохімічного очищення води від фтору.

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

**Складено** асистент, к.т.н., Твердохліб М.М.

**Ухвалено** кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 08.06.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 24.06.2022 р.)