



**Характеристики якості води, основи водопідготовки**  
**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/5 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 та 3 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.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=5911">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=5911</a></i>

**Програма навчальної дисципліни**

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

Відомо, що Україна відноситься до маловодних держав світу. Проблема нашої країни навіть не у кількості природних вод, а в їх нерівномірному розподілі і високому рівні забрудненості. Сприяє цьому наряду з іншими причинами і низький рівень технологій очищення води та неорганізованість водоспоживання. На сьогодні на Україні практично відсутні водойми, де якість води відповідає 1-й категорії. У багатьох випадках не відповідають якості питної води і артезіанські води. Часто населення споживає джерельну воду без належного контролю її якості. В існуючих лабораторіях контролю якості води не завжди є можливості всебічного аналізу стану тих чи інших вод. Тому підготовка фахівців, які на високому рівні володіють знаннями по оцінці якості води, технологіями водопідготовки є необхідною. Просто вибір обладнання, без глибокого розуміння хімізму та механізму водоочищення не дозволяє створювати надійні технології, що забезпечують високу ефективність очищення води. Очевидно також і те, що при ефективному очищенні стічних вод покращиться стан водних екосистем України.

**Предмет навчальної дисципліни «Характеристики якості води, основи водопідготовки»** є реалізація теоретичних основ водопідготовки і водокористування в процесах обробки води залежно від домішок, які містяться в ній, що забезпечать належну якість очищеної води.

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 виробництва, 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 **«Характеристики якості води, основи водопідготовки»**, 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 **«Характеристики якості води, основи водопідготовки»** базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування: «Загальна та неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Аналітична хімія», «Допоміжні хімічні речовини», «Промислова екологія», «Хімія високомолекулярних сполук».

Дисципліна **«Характеристики якості води, основи водопідготовки»** є фундаментальною основою для вивчення наступних дисциплін: «Екологічна безпека виробництв», «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами», та забезпечує виконання бакалаврського проекту.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Характеристика природних вод. Загальні вимоги до якості води.**

Тема 1 Характеристика складу вод природних джерел водопостачання.

Тема 2. Вимоги до якості води та їхня класифікація.

### **Розділ 2. Фізико-хімічні основи процесів водопідготовки.**

Тема 3. Методи та способи обробки води.

Тема 4. Реагентні (хімічні) методи пом'якшення води.

Тема 5. Коагуляція в процесах очищення води та водопідготовки.

Тема 6. Теоретичні основи іонобмінного знесолення та пом'якшення води.

Тема 7. Використання іонного обміну для видалення біогенних елементів із природних вод.

Тема 8. Мембранні методи очищення води.

Тема 9. Основи видалення з води сполук феруму та мангану.

#### **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. Характеристики якості води, основи водопідготовки. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 101 «Екологія», 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: М. Д. Гомеля, Т. О. Шаблій, Ю. В. Носачова., М.М.Твердохліб – Електронні текстові дані (1 файл: 1,02 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 69с.
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/>

## Навчальний контент

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

#### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Характеристики якості води, основи водопідготовки», 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	<b>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</b>	Годин
<b>Розділ 1. Характеристика природних вод. Загальні вимоги до якості води.</b>		
1	<p><b>Тема 1. Характеристика складу вод природних джерел водопостачання.</b> Характеристики поверхневих, ґрунтових, підземних (артезіанських) вод. Характеристика води у приморських регіонах. Основи еколого-санітарно-гігієнічної оцінки якості води у поверхневих водоймах. Література: [1] с. 8-21; [2] с. 9-18; [3] с. 9-18; [9] с. 53-66 Завдання на СРС: Характеристика ресурсів прісної води. Сучасні підходи до оцінки якості води.</p>	2
2	<p><b>Тема 2. Вимоги до якості води та їхня класифікація.</b> Вимоги до якості води господарсько-питного призначення. Основні характеристики якості питної води, їх допустимі рівні. Вимоги до якості технічної та енергетичної води. Вимоги до якості вод у сільському господарстві. Література: [1] с. 22-37; [2] с. 18-24; [3] с. 20-24; [9] с. 81-102; с. 528-530. Завдання на СРС: Еколого-гігієнічна класифікація природних водойм. Розрахунок інтегрального показника якості води.</p>	2
<b>Розділ 2. Фізико-хімічні основи процесів водопідготовки.</b>		
3	<p><b>Тема 3. Методи та способи обробки води.</b> Оцінка фазово-дисперсного стану забруднень у воді. Вибір методу очищення води від складу забруднень. Методи по вилученню механічних та колоїдних домішок. Вилучення з води домішок молекулярного ступеню дисперсності. Коригування вмісту іонів у воді. Знезараження води. Література: [1] с. 20-21; с. 38-43; [3] с. 18-20; [9] с. 107-122; с. 381-392. Завдання на СРС: Основні підходи щодо вибору найефективнішого методу очистки природних вод. Використання комбінації методів очистки. Сучасні методи і матеріали, що використовуються в процесах водопідготовки та водоочищення.</p>	2
4	<p><b>Тема 4. Реагентні (хімічні) методи пом'якшення води.</b> Застосування реагентів для корегування жорсткості води. Реагентні методи пом'якшення води. Комбіновані методи реагентного пом'якшення води. Технології</p>	2

	<p>утилізації та переробки осадів в технології пом'якшення води. Література: [4] с. 86-151; [5] с. 7-14; [9] с. 462-472; [10] с. 8-34; Завдання на СРС: Пом'якшення води для виробничих потреб. Використання комплексних реагентів.</p>	
5	<p><b>Тема 5. Коагуляція в процесах очищення води та водопідготовки.</b> Коагулювання та флокуляція в процесах освітлення та знебарвлення води. Регулювання основних параметрів процесу коагулювання та флокуляції. Вплив реагентів на ефективність освітлення та знебарвлення води при її відстоюванні, флотації або фільтруванні. Література: [1] с. 39-113; [2] с. 42-48; [4] с. 7-85; [6] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 190-242. Завдання на СРС: Теорія стійкості іонстабілізованих колоїдних систем. Умови коагуляції ліофобних колоїдних систем. Кінетика коагулювання гідрофобних золів.</p>	2
6	<p><b>Тема 6. Теоретичні основи іонообмінного знесолення та пом'якшення води.</b> Застосування іонообмінного пом'якшення та знесолення води в підготовці питної, технічної та енергетичної води. Методи регенерації іонообмінних фільтрів. Переробка регенераційних розчинів. Література: [1] с. 165-193; [2] с. 130-136; [4] с. 174-196; [9] с. 394-419; [10] с. 60-70. Завдання на СРС: Селективність іонітів. Використання фільтрів змішаної дії для знесолення води.</p>	2
7	<p><b>Тема 7. Використання іонного обміну для видалення біогенних елементів із природних вод.</b> Очищення ґрунтових та поверхневих вод від нітратів і фосфатів іонообмінним методом. Регенерація аніонітів з отриманням основ для рідких добрив. Література: [1] с. 241-244; [4] с. 196-209. Завдання на СРС: Біохімічне очищення води від нітратів та фосфатів. Використання біосорбентів для очищення води.</p>	2
8	<p><b>Тема 8. Мембранні методи очищення води</b> Використання мембранних методів демінералізації в процесах доочищення водопровідної води, очищенні артезіанських та поверхневих вод при очищенні питної води. Застосування баромембранних методів при отриманні технічної та енергетичної води. Утилізація концентратів. Література: [1] с. 195-221; [2] с. 181-199; [4] с. 218-244; [9] с. 242-460; [10] с. 83-146. Завдання на СРС: Стабілізаційна обробка води в мембранних процесах очищення. Застосування антискалантів в баромембранних процесах очищення води.</p>	2
9	<p><b>Тема 9. Основи видалення з води сполук феруму та мангану.</b> Знезалізнення та деманганація при підготовці питної води. Застосування спрощеної аерації, іонного обміну каталітичного окислення та комбінованих методів. Література: [1] с. 238-239; [8] с. 9-93; с. 100-108; [9] с. 477-480. Завдання на СРС: Особливості складу сполук феруму та мангану у природних водах. Застосування природних матеріалів для знезалізнення та деманганації води.</p>	2
	<b>Всього</b>	<b>18</b>

### Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 75 % 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	Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичної літератури.	2
2	Визначення іонів феруму та мангану у воді.	6
3	Визначення мінералізації води масометричним та кондуктометричним методами.	8
4	Визначення нітратів у воді.	6
5	Знезалізнення води методом аерації.	8
6	Застосування каталізаторів на основі магнетиту для знезалізнення води.	6
7	Вилучення нітратів з води іонообмінним методом.	6
8	Регенерація аніоніту АВ-17-8 в $\text{NO}_3^-$ - формі лугом.	6
9	Модульна контрольна робота.	2
10	Залік.	2
	<b>Всього</b>	<b>54</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
<b>Розділ 1. Характеристика природних вод. Загальні вимоги до якості води.</b>		
1	<p>Водні ресурси України. Динаміка використання водних ресурсів в Україні. Споживання води комунальним господарством, промисловістю та сільським господарством. Характеристика ресурсів прісної води. Сучасні підходи до оцінки якості води.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 8-37; [2] с. 9-31; [7] с. 1-41; [8] с. 7-18; [9] с. 42-71; [10] с.49-55.</p> <p>Еколого-гігієнічна класифікація природних водойм. Розчинні і нерозчинні домішки у воді. Розрахунок інтегрального показника якості води. Вимоги до якості води різного призначення.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 85-113; [3] с. 70-97.</p>	16
<b>Розділ 2. Фізико-хімічні основи процесів водопідготовки.</b>		
2	<p>Основні підходи щодо вибору найефективнішого методу очистки природних вод. Використання комбінації методів очистки. Сучасні методи і матеріали, що використовуються в процесах водопідготовки та водоочищення.</p> <p><b>Література:</b> [1] с. 20-21; с. 38-43; [3] с. 18-20; [9] с. 107-122; с. 381-392.</p>	24

	<p><i>Пом'якшення води для виробничих потреб. Використання комплексних реагентів. Переробка відходів реагентного пом'якшення води. Сучасні підходи до створення умов для глибокого пом'якшення води. Коригування лужності при глибокому пом'якшенні води.</i></p> <p><b>Література:</b> [2] с. 25-250; [4] с. 86-151; [5] с. 7-14; [9] с. 462-472; [10] с. 8-34.</p> <p><i>Теорія стійкості іонстабілізованих колоїдних систем. Умови коагуляції ліофобних колоїдних систем. Кінетика коагулювання гідрофобних золів. Основні види реагентів для освітлення води. Переваги та недоліки солей металів при очищенні води. Органічні коагулянти.</i></p> <p><b>Література:</b> [1] с. 38-84; [2] с. 32-48; с. 58-69; [7] с. 132-156; [8] с. 56-67; [9] с. 213-234.</p> <p><i>Селективність іонітів. Синтетичні іоніти, основні способи отримання. Використання фільтрів змішаної дії для знесолення води. Синтетичні іоніти, основні способи отримання. Витрати реагентів на регенерацію іонітів в залежності від типу іонів та іоніту.</i></p> <p><b>Література:</b> [1] с. 165-193; [2] с. 130-159; [4] с. 174-196; [9] с. 397-413; [10] с. 60-70.</p> <p><i>Стабілізаційна обробка води в мембранних процесах очищення. Застосування антискалантів в баромембранних процесах очищення води. Використання установок зворотного осмосу для домашніх та промислових цілей.</i></p> <p><b>Література:</b> [1] с. 195-221; [2] с. 181-209; [4] с. 218-244; [9] с. 486-488. [10] с. 83-146.</p> <p><i>Особливості складу сполук феруму та мангану у природних водах. Застосування природних матеріалів для знезалізнення та деманганачії води. Необхідні умови для процесу окиснення сполук феруму та мангану у водному середовищі.</i></p> <p><b>Література:</b> [1] с. 238-239; [8] с. 9-93; с. 100-108; [9] с. 477-480.</p>	
3	<b>Підготовка до МКР</b>	<b>4</b>
4	<b>Підготовка до заліку</b>	<b>4</b>
	<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
5	4	120	18	-	54	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 лабораторних роботах та за написання модульної контрольної роботи. Семестровим контролем є залік.

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

#### Виконання лабораторних робіт.

Ваговий бал за 1 лабораторну роботу складає 10 балів. Всього передбачено 7 лабораторних робіт.

#### Критерії оцінювання виконання лабораторної роботи

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
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.	10
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;	8-9
Роботу виконано у повному обсязі з незначними помилками або неточностями з нечітко сформульованими висновками, роботу до захисту подано своєчасно, під	7-5



час захисту студент виявляє невпевненість, показує слабкі знання з питань роботи, не завжди дає вичерпні відповіді на запитання.	
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.	1-4
Роботу не виконано.	0

### Модульні контрольні роботи

Ваговий бал – 15 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:

15 балів x 2 роботи = 30 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), наведені приклади	15
Неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями	9-14
Неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки	4-8
Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки	1-3
Контрольна робота не захищена	0

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_c = 10 \cdot 7 + 15 \cdot 2 = 100 \text{ балів}$$

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог програми. 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:

Кількість балів	Оцінка
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. Охарактеризуйте екологічний стан поверхневих джерел водопостачання.
2. Наведіть фізичні та хімічні показники якості води.
3. Охарактеризуйте органолептичні та бактеріологічні показники якості води.

4. Наведіть еколого-гігієнічні вимоги до якості питної води з поверхневих та підземних джерел водопостачання.
5. Які стандарти якості води ви знаєте? Якими документами вони визначаються?
6. Наведіть вимоги до якості господарсько-питного призначення, технічної та енергетичної води.
7. Наведіть класифікацію забруднень по фазово-дисперсному складу.
8. Які методи коригування хімічного складу води та органолептичних властивостей ви знаєте?
9. Від чого залежить вибір методу очищення води?
10. Охарактеризуйте методи очищення води, що використовуються для вилучення механічних та колоїдних домішок.
11. Наведіть методи, що застосовують для вилучення з води домішок у молекулярному стані.
12. Для чого використовують методи корегування вмісту іонів у воді?
13. Наведіть основні методи знезараження води та умови їх застосування?
14. У чому суть методу реагентного пом'якшення води? Для чого його використовують?
15. Які реагенти використовують для пом'якшення води? Наведіть приклади.
16. Запропонуйте технології утилізації та переробки осадів, що утворюються в процесі реагентного пом'якшення води.
17. Які методи використовують для освітлення та знебарвлення води?
18. У чому суть способу очищення води методом коагуляції та флокуляції?
19. Охарактеризуйте коагулянти, які використовують для очищення природних вод.
20. Наведіть флокулянти, що використовують в технологіях водо підготовки.
21. У чому суть іонообмінного пом'якшення та знесолення води? Де його застосовують?
22. Охарактеризуйте іонообмінні матеріали, що використовуються для пом'якшення води.
23. Представте форми іонітів і способи їх регенерації.
24. У чому суть іонообмінного очищення ґрунтових та поверхневих вод від нітратів і фосфатів?
25. Які типи іонообмінних матеріалів використовують для вилучення нітрат- та фосфат-аніонів?
26. Наведіть способи регенерації аніонітів після вилучення нітратів та фосфатів з отриманням цінних компонентів.
27. Охарактеризуйте мембранні методи демінералізації води.
28. Наведіть класифікацію мембран.
29. Порівняйте баромембранні процеси, що використовують у водопідготовці. Від чого залежить вибір того чи іншого методу.
30. Запропонуйте способи утилізації концентратів, що утворюються при мембранному очищенні води.
31. Наведіть методи, що використовуються для знезалізнення та деманганізації води.
32. Які матеріали природного та синтетичного походження використовують в процесах вилучення сполук феруму та мангану з води.
33. У чому суть модифікації фільтрувальних завантажень для окиснення сполук феруму та мангану? Наведіть приклади таких завантажень.

**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.)