



Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	161 Хімічні технології та біоінженерія
Освітня програма	Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс/6 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	4 години на тиждень (1 години лекційних, 3 години лабораторних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/qomelya-mikola-dmitrovich.html Лабораторні заняття: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/shablii-tetyana-oleksandrivna.html
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасні технології води, в основному, орієнтовані на вилученні з води нерозчинних та колоїдних домішок, органічних речовин і практично непридатні для знесолення води в значних об'ємах. В той же час внаслідок антропогенного впливу рівень мінералізації води у природних водоймах постійно зростає. Тому створення технологій глибокого очищення води, її демінералізації є актуальним. Це стосується як природних вод, так і стічних вод, особливо стічних вод промислових підприємств. Створення ефективних технологій демінералізації води дозволить в значній мірі використовувати воду на промислових підприємствах в замкнутих (безстічних) системах, що суттєво зменшить об'єми споживання природної води промисловістю та забезпечить значне скорочення об'ємів скиду стічних вод. Крім того, дані технології дозволять в значній мірі збільшити обсяги використання морської води, шахтних вод в тому числі і для питного водопостачання. Створення нових технологій демінералізації води включає і процеси переробки засолених рідких відходів з отриманням корисних продуктів. В цілому, дані процеси суттєво підвищать ефективність використання водних ресурсів та дозволять ефективно захищати природні водойми від засолення. Крім того, застосування сучасних технологій демінералізації води суттєво підвищить якість питної води для населення.

Предмет навчальної дисципліни «Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод» – реалізація підходів, що забезпечать високоякісну підготовку природних вод, надійне очищення стічних вод для повного переходу промислових підприємств на використання безстічних (замкнених) систем водоспоживання.

У значній мірі вирішення даної проблеми буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі хімічних технологій та інженерії, раціонального використання природних ресурсів.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження природних водних екосистем фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні проблеми захисту водойм від забруднення на високому професійному рівні.

Мета навчальної дисципліни «Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод»

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань в області сучасних фізико-хімічних методів очищення води, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень в даному напрямку, для створення сучасних технологій водопідготовки та очищення стічних вод, для кваліфікованого управління існуючими технологічними процесами. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- 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 «Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості;
- розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.

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

Вивчення дисципліни «Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод» 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».

Дисципліна «Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод» 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 «Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод»

Розділ 1. Іонний обмін в очищенні води

Тема 1. Мінералізація поверхневих водних об'єктів України

Тема 2. Класифікація методів знесолення води

Тема 3. Переваги та недоліки іонного обміну

Тема 4. Іонообмінне вилучення іонів важких металів із води

Тема 5. Очищення води від нітратів, фосфатів та сульфатів

Розділ 2. Очищення води мембранними методами

Тема 1. Баромембранні методи в очищенні води, електродіаліз

Тема 2. Переробка та утилізація концентратів

Тема 3. Отримання питної води із шахтних вод

Тема 4. Особливості технології знесолення морської води

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», 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. А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздяк, Т.В. Князькова. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. – К.: Лібра. 2000 – 551 с.
10. Трус І.М. Маловідходні технології демінералізації води: монографія. – К.: Кондор-Видавництво, 2016. – 250 с.
11. Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод. 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, В. В. Вембер, М. М. Твердохліб. – Електронні текстові дані (1 файл: 140 кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 44с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - <https://mepr.gov.ua/>
2. Промислова екологія. Спільнота фахівців-екологів - <http://www.eco.com.ua/>
3. Професійна Асоціація Екологів України (ПАЕУ) - <https://paeu.com.ua/>
4. Бібліотека ім. В.І. Вернадського – www.nbuv.gov.ua
5. Екологічний портал України – www.ecologya.com.ua

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Сучасні процеси демінералізації природних та стічних вод», 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 кондиціонування води, 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 результаті 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
1	Іонний обмін в очищенні води <u>Мінералізація природних та стічних вод .</u> Мінералізація поверхневих водних басейнів України. Структура та властивості підземних вод. Гідрологічна структура підземних вод. Утворення шахтних вод. Засолені відходи процесів водоочищення. Література: [10] с. 55-78; 98-105; [9] с. 239-246. Завдання на СРС. Мінералізація в природних джерелах водопостачання. Вплив природних та антропогенних факторів на підвищення мінералізації води.	2
2.	<u>Класифікація методів знесолення води.</u> Порівняльні характеристики реагентних, іонообмінних, мембранних, електрохімічних, термічних методів знесолення води, методу виморожування. Межі застосування технологій демінералізації води. Література: [1] с. 239-252; [2] с. 110-116; [4] с. 152-174; [10] с. 195-209; [7] 53-70. Завдання на СРС. Фізико-хімічні основи іонного обміну, баромембранних процесів, електродіалізу, реагентних методів очищення води.	2
3.	<u>Іонообмінне знесолення води.</u> Переваги та недоліки іонного обміну. Межі його застосування. Півищення ефективності знесолення води та зменшення об'ємів рідких відходів. Пом'якшення води. Отримання енергетичної води. Література: [1] с. 165-174; [2] с. 117-123; [10] с.6-83. Форма іоніту. Способи регенерації іоніту. Селективність іонітів.	2
4	<u>Іонний обмін в очищенні стічних вод .</u> Вилучення важких та кольорових металів із стічних вод гальванічних виробництв. Регенерація іонітів. Електроекстракція металів із регенераційних розчинів.	2

	<i>Література: [1] с. 174-195; [2] с. 117-129; [4] с. 210-245; [8] с. 8-16.</i> <i>Завдання на СРС. Визначення сорбційної ємності іонітів в статичних та динамічних умовах. Сорбційна ємність іоніту до проскоку, повна адсорбційна ємність.</i>	
5	<u>Застосування аніонітів для очищення води</u> <i>Вилучення нітратів при отриманні питної води. Вилучення хлоридів та сульфатів при пом'якшенні води. Вилучення нітратів та фосфатів при доочищенні стічних вод. Очищення води від хроматів іонним обміном. Отримання рідких добрив з регенераційних розчинів.</i> <i>Література: [1] с. 165-194; [2] с. 130-136; [4] с. 142-245; [10] с. 70-83.</i> <i>Завдання на СРС. Радіуси гідратованих іонів. Набрякання іонітів. Вплив радіусів гідратації іонів на їх сорбцію на іонітах</i>	2
6	<u>Очищення води мембранними методами</u> <u>Характеристики мембранних процесів знесолення води.</u> <i>Баромембранні процеси. Попередня підготовка води. Електродіаліз і електроліз. Проблема утилізації концентратів.</i> <i>Література: [1] с. 202-215; [2] с. 136-143; [3] с. 185-207; [10] с. 83-147.</i> <i>Завдання на СРС. Мембрани. Характеристики мембран. Іонообмінні мембрани. Селективність та специфічна селективність мембран.</i>	2
7	<u>Переробка концентратів.</u> <i>Реагентні методи переробки концентратів. Переробка концентратів електролізом і електродіалізом. Отримання будівельних матеріалів, активного хлору, луку, кислот, коагулянтів.</i> <i>Література: [1] с. 207-215; [10] с. 147-194.</i> <i>Завдання на СРС. Вилучення сульфатів реагентним методом. Отримання активного хлору електролізом.</i>	2
8	<u>Опріснення шахтних вод.</u> <i>Технологія отримання питної води із шахтних вод. Опріснення промислових стічних вод. Попереднє освітлення та знебарвлення води. Утилізація концентратів. Знесолення морської води.</i> <i>Література: [1] с. 195-206; [2] с. 57-104; [10] с. 194-209.</i> <i>Завдання на СРС. Склад шахтних вод. Особливості нанофільтрації при очищенні води. Термічна дистиляція.</i>	2
9	<u>Доочищення водопровідної води баромембранним методом.</u> <i>Пом'якшення води на мембранах. Захист мембран від осадовідкладень. Вилучення хлоридів, сульфатів, нітратів, гідрокарбонатів на мембранах низького тиску.</i> <i>Література: [2] с.104-187; [3] с. 84-97; [4] с. 218-254.</i> <i>Завдання на СРС. Вимоги до якості питної води. Застосування локальних мембранних установок.</i>	2
Всього		18

6. Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 75 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра з хімічних технологій та інженерії. Метою лабораторно-практичних занять є розвиток у студентів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
-------	---------------------------	----------------------------

1	Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичної літератури.	2
2	Іонообмінне пом'якшення води	6
3	Визначення ступеня регенерації катіоніту в залежності від складу регенераційного розчину	6
4	Переробка відпрацьованих регенераційних розчинів при пом'якшенні води	6
5	Залежність ефективності зворотньо-осмотичних мембран від концентрацій вихідних розчинів	6
6	Залежність ефективності зворотньо-осмотичних мембран від ступеня відбору перміату	6
7	Адсорбція органічних речовин вугіллям в статичних умовах.	6
8	Мінеральні сорбенти в процесах очищення води від барвників	6
9	МКР	2
10	Заключне заняття	4
11	Залік	4
Всього годин		54

7. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 40 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до МКР та 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 кондиціонування та очищення води, 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
Розділ 1. Іонний обмін в очищенні води		
1	Радіуси гідратованих іонів. Набрякання іонітів. Вплив радіусів гідратації іонів на їх сорбцію на іонітах. Застосування теорії «жорстких» та «м'яких» кислот та основ до оцінки селективності іонообмінних смол. Література: [1] с. 165-194; [2] с. 130-143; [9] с. 193-228; [10] с. 173-190. Специфіка синтезу катіонітів різної кислотності. Сучасні методи синтезу хлорметилованих сополімерів стиролу та дивініл бензолу. Література: [1] с. 165-194; [2] с. 143-159; [9] с. 220-232, 287-299; [10] с. 84-146, 198-211. Визначення робочої обмінної ємності іоніту з урахуванням кінетичних факторів. Застосування іонного обміну в енергетиці. Іонообмінне вилучення з води іонів важких та кольорових металів. Відновлювальна регенерація аніонітів в хроматній формі. Література: [1] с. 165-194; [2] с. 130-159; [9] с. 193-232, с. 287-299; [10] с. 84-146, с. 173-190, с. 198-21.	21
Розділ 2. Очищення води мембранними методами		
2	Особливості очищення води на механічних фільтрах та мембранними методами. Література: [1] с. 195-221; [2] с. 181-188; [9] с. 337-354.	21

	Конструкції установок для очищення води методом мембранної дистиляції. Література: [1] с. 195-221; [2] с. 188-195; [9] с. 337-354. Застосування антискалантів в баромембранних процесах очищення води. Література: [1] с. 195-221; [2] с. 195-199; [9] с. 337-354. Отримання кислот, луку та активного хлору електродіалізом. Застосування методу для переробки концентратів. Література: [1] с. 195-221; [2] с. 199-203; [9] с. 340-367. Основні методи отримання іонообмінних мембран та дифузійних мембран. Керамічні мембрани. Отримання та застосування їх. Стабілізаційна обробка води в мембранних процесах очищення. Література: [1] с. 195-221; [2] с. 181-209; [9] с. 337-367.	
3	Підготовка до МКР	2
4	Підготовка до заліку	4
	Всього годин	48

Політика та контроль

8. 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://croapaia.com/water-treatment-pro/>.

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали. Зарахування сертифікату з певного он-лайн профільного курсу одноразове.

- 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 заліку 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>

9. 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	РГР	Семестровий контроль
6	4	120	18	-	54	48	1	—	залік

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

- роботу на лабораторних роботах,
- написання модульної контрольної роботи.

Семестровим контролем є залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання лабораторних робіт.

Ваговий бал за лабораторну роботу становить 10 балів

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
	Лабораторні заняття
Завдання виконане в повній мірі	10
Незначні недоліки за пунктом 1	9
Несвоєчасне виконання завдання	9
Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1	8-4
Неякісне виконання завдання	3-1
Невиконання завдання	0

Модульні контрольні роботи

Дві контрольні роботи (МКР поділяється на 2 роботи тривалістю по 45 хвилин)

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

$$15 \text{ балів} \times 2 \text{ роботи} = 30 \text{ балів}$$

Критерії оцінювання контрольних робіт

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь	15-14
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	13-10
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи матеріалів	9-6
Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки	5-1
Контрольна робота не зараховане	0

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 10 \times 7 + 2 \times 15 = 100 \text{ балів}$$

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 10.

Завдання контрольної роботи складається з 2 запитань, 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 $5 \text{ балів} \times 2 = 10 \text{ балів}$.

Система оцінювання окремих питань залікової контрольної роботи:

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

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

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Наведіть основні поняття та визначення мембранних методів.
2. Зробіть аналіз селективності та продуктивності мембран.
3. Наведіть класифікацію мембран.
4. Охарактеризуйте основні типи і способи одержання мембран.
5. Наведіть коефіцієнти фільтрування та відбивання.
6. Порівняйте баромембранні процеси.
7. Охарактеризуйте процес нанофільтрування.
8. Охарактеризуйте процес ультрафільтрування.
9. Охарактеризуйте метод зворотного осмосу.
10. Охарактеризуйте метод діалізу та первапорації.
11. Охарактеризуйте метод мембранної дистиляції.
12. Поясніть вплив тиску на роботу мембран.
13. Поясніть вплив температури на мембранне розділення речовин.
14. Поясніть вплив природи речовин на мембранні процеси.
15. Розкрийте поняття: концентраційна поляризація іонообмінних мембран.
16. Поясніть сутність методу електродіалізу.
17. Наведіть характеристики іонообмінних мембран.
18. Наведіть вимоги до якості іонообмінних мембран.
19. Охарактеризуйте іонообмінних мембран.
20. Зробіть аналіз селективності іонообмінних мембран.
21. Поясніть поняття: число перенесення, селективність та специфічна селективність іонообмінних мембран.

22. Зробіть аналіз електропровідності іонообмінних мембран.
23. Охарактеризуйте дифузійну проникність мембран.
24. Опишіть механізм напівпроникності мембран.
25. Охарактеризуйте осмотичну проникність мембран.
26. Порівняйте гомогенні та гетерогенні мембрани.
27. Поясніть явище набрякання мембран.
28. Опишіть механізм електроосмотичної проникності мембран.
29. Поясніть вплив концентраційної поляризації на роботу мембран.
30. Наведіть константи рівноваги іонного обміну.
31. Охарактеризуйте катіоніти, аніоніти, поліамфоліти, форми іоніту.
32. Охарактеризуйте протиіони і коіони.
33. Охарактеризуйте основні типи і способи синтезу високоосновних аніонітів.
34. Охарактеризуйте основні типи і способи синтезу низькоосновних аніонітів.
35. Охарактеризуйте основні типи і способи синтезу слабокислотних катіонітів.
36. Охарактеризуйте основні типи і способи синтезу кат іонітів середньої сили.
37. Охарактеризуйте основні типи і способи синтезу сильно кислотних катіонітів.
38. Порівняйте гелеві та пористі синтетичні іоніти.
39. Представте форми іонітів і способи їх регенерації.
40. Охарактеризуйте іонообмінні матеріали.
41. Наведіть класифікацію іонітів.
42. Поясніть кінетику іонного обміну при лімітуванні процесу внутрішньою дифузією.
43. Поясніть кінетику іонного обміну при лімітуванні процесу зовнішньою дифузією.
44. Опишіть динаміку іонного обміну.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено проф., д.т.н., Гомелею М. Д., проф., д.т.н. Шаблій Т.О.

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

Погоджено методичною комісією ІХФ (протокол № 10 від 24.06.2022)