

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ

О. В. ПЕРЛОВА

ХІМІЯ ПРИРОДНИХ ТА СТІЧНИХ ВОД

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

для студентів факультету хімії та фармації
спеціальність 102 «Хімія», 014 «Середня освіта (Хімія)»

ОДЕСА
ОНУ
2020

УДК 54-3:628.1.03(075.8)

П26

Рецензенти:

В. В. Костик – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії навколишнього середовища природоохоронного факультету Одеського державного екологічного університету;

Т. О. Кіосе – кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії та хімічної екології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Рекомендовано до друку вченою радою
факультету хімії та фармації ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 9 від 19 лютого 2020 р.

Перлова О. В.

П26 Хімія природних та стічних вод : метод. посіб. для студентів ф-ту хімії та фармації / О. В. Перлова. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова», 2020. – 70 с.

Методичний посібник містить опис і програму навчальної дисципліни, контрольні (теоретичні, тестові та професійно-орієнтовані) завдання до найголовніших розділів курсу «Хімія природних та стічних вод»: властивості та класифікація природних вод; теоретичні основи очистки стічних вод.

Рекомендується для аудиторної, самостійної та індивідуальної роботи студентів факультету хімії та фармації.

УДК 54-3:628.1.03(075.8)

©Перлова О. В., 2020

©Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2020

З М І С Т

ВСТУП	5
1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	6
2. РОБОЧИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	7
3. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	8
4. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	10
5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	14
6. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ	16
7. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	16
8. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	16
9. САМОСТІЙНА РОБОТА	17
10. ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ	18
11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	18
12. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ	18
13. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ	18
14. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНИХ КОНТ- РОЛЬНИХ РОБІТ	20
14.1. Змістовий модуль 1	20
14.1.1. Питання до модульної контрольної роботи 1	20
14.1.2. Тестові завдання для самоконтролю студентів	22
14.1.3. Професійно-орієнтовані завдання. Класифікація природних вод. Складання формули природної води	26
14.1.4. Розрахункові задачі	32
14.1.5. Зразки модульної контрольної роботи 1	34
14.1.6. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи 1	37
14.2. Змістовий модуль 2	38
14.2.1. Питання до модульної контрольної роботи 2	38
14.2.2. Тестові завдання для самоконтролю студентів	40

14.2.3. Професійно-орієнтовані завдання. Вибір методу (методів) очистки забруднених вод	45
14.2.4. Розрахункові задачі	53
14.2.5. Зразки модульної контрольної роботи 2	54
14.2.6. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи 2	58
15. ПЕРЕЛІК ЗАЛІКОВИХ ТА КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ	59
16. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	61

ВСТУП

Перехід закладів вищої освіти на кредитно-модульну систему організації навчального процесу призвело до зростання ролі самостійної роботи студентів на тлі зменшення обсягів загальної аудиторної роботи. Тому навчальний процес вимагає модернізації, адекватної вимогам сьогодення.

Навчально-методичний комплекс з дисципліни «Хімія природних та стічних вод» є засобом реалізації сучасних технологій навчання, спрямованих на активізацію самостійної роботи студентів при вивченні даної дисципліни, на підвищення якості навчання, об'єктивності процесу контролю та оцінки знань студентів. Навчально-методичний комплекс відображає сукупність методичних заходів і дій, а також специфіку викладання дисципліни «Хімія природних та стічних вод».

Призначенням навчально-методичного комплексу дисципліни є забезпечення цілісного навчального процесу з даної дисципліни: єдності цілей, змісту й організаційних форм навчання, вироблення у студентів навичок існування і діяльності в інформаційному суспільстві, формування у них творчого мислення, гнучкості та вміння адаптуватися, самостійно шукати і опрацьовувати інформацію. Такий підхід до планування, організації та проведення навчального процесу дозволяє не лише ефективно реалізувати навчальні плани та оптимізувати управління навчальним процесом, а й забезпечити якісну підготовку конкурентоспроможного фахівця з опанованим ним рівнем компетенцій.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	<i>заочна форма навчання</i>
Загальна кількість: кредитів – 4 годин – 120 залікових модулів – 2 змістових модулів – 2	Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва) Спеціальність <u>102 Хімія</u> <u>014 Середня освіта</u> (Хімія) (код і назва) Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>Бакалавр</u> (назва) Рівень вищої освіти: <u>Перший</u>	Вибіркова дисципліна самостійного вибору ЗВО	
		Рік підготовки:	
		2-й	3-й
		Семестр	
		3-й	5-й
		Леції	
		28 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
		Не передбачено	
		Лабораторні	
		24 год.	12 год.
		Самостійна робота	
		68 год.	98 год.
Форма підсумкового контролю: залік			

2. РОБОЧИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Види занять	Навчальний тиждень														Усього год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Лекції	4	4 ОЛ	4 ОЛ	2	2 ОЛ	2 ОЛ	2 ОЛ	2 ОЛ	2 ОЛ	2 ОЛ	2				28
Лабораторні заняття									4	4 ПЛ	4 ПЛ	4 ПЛ	4 ПЛ	4 ПЛ	24
Самостійна робота	10	12	6	8	8	8	4	2	2	4	4				68
Модульний контроль			К	МК1						К	МК2			Залік	
Усього, год	14	16	10	10	10	10	6	4	8	10	10	4	4	4	120

* *Примітка*

ОЛ – опитування на лекції

ПЛ – прийом протоколів лабораторних робіт у вигляді звіту

МК – модульна контрольна робота

К – консультація

3. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – засвоєння студентами наукової та прикладної проблематики, пов'язаної з хімічними процесами, які відбуваються у природних та стічних водах на підставі основних законів природничих дисциплін. □

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- дати уявлення про хімічний склад природних вод та їх забруднювачів, методи його визначення та значення для оцінки якості води;
- ознайомити студентів з основними показниками якості природних вод, методами їх визначення, державними та міжнародними стандартами;
- навчити студентів описувати хімічні процеси, які відбуваються у природних водах і при очистці стічних вод за допомогою хімічних рівнянь;
- розкрити фізичну та хімічну основу й суть явищ, які мають місце при використанні різноманітних методів (механічних, фізичних, фізико-хімічних, хімічних, термічних) очистки стічних вод;
- навчити студентів обирати найбільш ефективний метод очистки стічних вод певного хімічного складу з метою зниження екологічного ризику від антропогенного забруднення води.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є властивості води як речовини і сировини, що використовується для питних, господарчих і виробничих потреб людини, вимоги до води різного призначення, фізико-хімічні основи сучасних методів очищення води.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних фахових загальних (КФЗ) і спеціальних (КФС) компетентностей:

- **КФЗ.21** Знання та розуміння теоретичних основ, понятійно-термінологічного апарату сучасної екології, хіміко-екологічних проблем атмосфери, гідросфери, літосфери та здатність оцінювати антропогенний вплив на довкілля.

- **КФС.11** Здатність до практичного застосування теоретичних відомостей з хімії для розв'язання задач охорони навколишнього середовища.

Очікувані результати навчання. Згідно з вимогами освітньо-навчальної програми студенти повинні:

знати:

- особливості хімічного складу природних вод та ґрунтів, основні та похідні забруднювачі геосфери, прогнозувати наслідки антропогенного забруднення навколишнього середовища;
- основні етапи використання ПАР, показати роль ПАР у розвитку промисловості та у сільському господарстві;

вміти:

- спираючись на окисно-відновні властивості забруднювачів, вміти добирати методи очищення стічних вод.

4. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1

Властивості та класифікація природних вод

Тема 1. Вступ

Предмет і задачі курсу. Водне законодавство України. Міжнародні, державні та громадські установи та організації у сфері контролю якості природних вод та питної води, водопідготовки та очистки стічних вод. Основні напрямки охорони навколишнього середовища від промислових відходів.

Тема 2. Вода як хімічна сполука

Структура молекули води. Фізичні, фізико-хімічні та хімічні властивості води як основи природних вод. Аномальні властивості води, їх причини та значення для життєдіяльності водних організмів. Світові водні ресурси. Водні ресурси України.

Тема 3. Властивості й класифікація природних вод

Визначення природних вод за Водним кодексом України. Джерела природних вод (підземні, поверхневі та ґрунтові води). Формування складу природних вод. Класифікація природних вод за солевмістом (Вернадський), за хімічним складом (Альокін). Складання формули природної води. Класифікація вод за цільовим призначенням.

Тема 4. Хімічні компоненти природних вод та їх значення для оцінки якості води

Головні іони, розчинені гази, біогенні речовини, мікроелементи, органічні речовини як хімічні компоненти природних вод. Основні показники якості води: органолептичні (кольоровість, смак, запах, мутність, прозорість), фізичні (температура, густина, в'язкість, електрична провідність), хімічні (рН, твердість, лужність, вміст токсичних сполук), біологічні показники якості води (колі-титр та коли-індекс). Поняття про ГДК. Причини виникнення мутності, кольоровості, запаху, смаку та інших показників природних вод.

Класифікація запахів природного походження. Вплив різних факторів на фізичні показники природних вод.

Тема 5. Основні показники якості питної води: сучасні методи визначення, регламентовані значення

Методи визначення органолептичних показників якості води. Первинні та вторинні стандарти визначення мутності. Зв'язок мутності, прозорості та вмісту завислих речовин у воді. Методи визначення фізичних показників якості води. Методи визначення хімічних показників якості води. Огляд сучасних приладів для визначення показників якості води. Сучасні одиниці вимірювання органолептичних та фізичних показників якості води. Сучасні державні та міжнародні стандарти показників якості води (ВООЗ, Директива ЄС, US EPA, ДСанПіН, ДСТУ). Регламентовані значення показників якості води. Вплив підвищених показників якості води на здоров'я людини.

Змістовий модуль 2

Теоретичні основи очистки стічних вод

Тема 6. Класифікація стічних вод та методів їх очистки

Визначення стічних вод за Водним кодексом України. Класифікація стічних вод за походженням. Основні забруднювачі водоймищ, їх загроза для біосфери. Основні джерела промислових стічних вод. Хімічні складові стічних вод. Класифікація домішок стічних вод за фазово-дисперсним станом (Кульський). Класифікація методів очистки стічних вод.

Тема 7. Основні методи очистки стічних вод (механічні, хімічні, біологічні)

Механічні методи очистки стічних вод, межі їх застосування. Фізичні методи очистки стічних вод (магнітний, зворотній осмос, ультрафільтрація, дистиляція), межі їх застосування, переваги та недоліки. Хімічні методи очистки стічних вод, межі їх застосування, різновиди, переваги та недоліки. Біологічні методи очистки стічних

вод (основи процесів, поняття про БПК і ХПК; аеробні та анаеробні методи), межі їх застосування, переваги та недоліки. Методи знезараження води.

Тема 8. Фізико-хімічні методи очистки природних і стічних вод (коагуляція, флокуляція, адсорбція, електрохімічні методи)

Порівняння фізико-хімічних методів очистки води з біологічними. Коагуляція, межі застосування, переваги та недоліки. Коагулянти, механізм їх дії, вибір оптимального коагулянту та його дози. Флокуляція, основи процесу, межі застосування, переваги та недоліки. Флокулянти, їх класифікація. Адсорбція на твердих адсорбентах, варіанти здійснення процесу. Основні стадії процесу адсорбції, регулювання швидкості. Електрохімічні методи очистки води.

Тема 9. Фізико-хімічні методи очистки природних і стічних вод (іонний обмін, рідинна екстракція, флотація)

Іонний обмін, фізико-хімічні основи процесу, межі застосування. Класифікація іонітів. Приклади використання іонного обміну для знесолення природних вод, очистки стічних вод. Переваги та недоліки методу. Рідинна екстракція, фізико-хімічні основи процесу, межі застосування. Основні стадії процесу. Кількісні характеристики екстракції. Механізми рідинної екстракції. Вимоги до екстрагентів. Переваги та недоліки методу. Флотація, фізико-хімічні основи процесу, межі застосування, переваги та недоліки. Поняття про піноутворювач, реагент (збирач). Безреагентна флотація, пінна сепарація, іонна флотація (осаджувальна флотація, флотоекстракція, флотація з носієм).

Тема 10. Вибір найефективнішого методу очистки природних та стічних вод

Основні підходи щодо вибору найефективнішого методу очистки природних та стічних вод з метою зниження екологічного ризику від антропогенного забруднення води залежно від їх фазово-дисперсного та хімічного складу. Використання комбінації методів очистки. Розв'язання практичних задач.

5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Усього	у тому числі			Усього	у тому числі		
		Лекції	Лаб.	СР		Лекції	Лаб.	СР
Змістовий модуль 1								
Властивості та класифікація природних вод								
<i>Тема 1. Вступ</i>	6	2	-	4	6,5	0,5	-	6
<i>Тема 2</i> Вода як хімічна сполука	8	2	-	6	8	-		8
<i>Тема 3</i> Властивості й класифікація природних вод	8	2	-	6	7,5	1,5		6
<i>Тема 4</i> Хімічні компоненти природних вод і їх значення для оцінки якості води	8	2	-	6	9	1		8
<i>Тема 5</i> Основні показники якості питної води: сучасні методи визначення, регламентовані значення	18	4	8	6	15	1	4	10
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	48	12	8	28	46	4	4	38

Змістовий модуль 2								
Теоретичні основи очистки стічних вод								
<i>Тема 6.</i> Класифікація стічних вод та методів їх очистки	10	2	-	8	11	1	-	10
<i>Тема 7</i> Основні методи очистки стічних вод (механічні, хімічні, біологічні)	10	2	-	8	10,5	0,5	-	10
<i>Тема 8</i> Фізико-хімічні методи очистки природних і стічних вод (коагуляція, флокуляція, адсорбція)	14	2	4	8	14,5	0,5	4	10
<i>Тема 9</i> Фізико-хімічні методи очистки природних і стічних вод (іонний обмін, рідинна екстракція, флотація).	22	6	8	8	22	2	4	14
<i>Тема 10</i> Вибір найефективнішого методу очистки природ-	18	4	-	8	18	2	-	16

них та стічних вод								
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>		16	12	40		6	8	60
Усього годин		28	24	68		10	12	98

6. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ – не передбачено

7. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ – не передбачено

8. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Визначення органолептичних та фізичних показників якості води	4
2.	Визначення хімічних показників якості води	4
3.	Визначення оптимальної дози коагулянту. Вплив вапнування води на процес коагуляції	4
4.	Порівняння ефективності очистки природних вод різними коагулянтами в залежності від температури	4
5.	Визначення оптимальної дози флокулянту	4
6.	Визначення додатків електролітів на ефективність очистки води флокуляцією	4
7.	Вплив концентрації ПАР на ефективність флотаційного виділення іонів міді, осаджених лужним реагентом	4
8.	Флотаційне виділення тонкоемультгованих нафтопродуктів	4
9.	Знесолення води методом іонного обміну	4

10.	Усунення іонів важких металів з розведених розчинів методом іонного обміну	4
11.	Адсорбційна очистка активованим вугіллям стічних вод, що містять барвники	4
12.	Адсорбційна очистка стічних вод, що містять фенол	4

9. САМОСТІЙНА РОБОТА

(самостійне опрацювання студентами зазначених тем, написання конспектів, рефератів, їх перевірка викладачем)

№	Назва теми	Кількість годин	
		д/в	з/в
Змістовий модуль 1			
Властивості та класифікація природних вод			
1.	Вимоги до якості води різного призначення	2	3
2.	Оборотні та замкнені системи водного господарства промислових підприємств	2	3
3.	Аномальні фізичні та фізико-хімічні властивості води	4	6
4.	Водні ресурси України	2	2
5.	Характеристика підземних вод України	2	2
6.	Характеристика поверхневих вод України	2	2
7.	Характеристика ґрунтових вод України	2	2
8.	Причини виникнення мутності, кольоровості, запаху, смаку та інших показників природних вод	4	4
9.	Вплив різних факторів на фізичні показники природних вод	2	4
10.	Первинні та вторинні стандарти визначення мутності	4	6
11.	Сучасні державні та міжнародні стандарти показників якості води (ВООЗ, Директива ЄС,	2	4

	US EPA, ДСанПіН, ДСТУ)		
Усього за змістовим модулем 1		28	38
Змістовий модуль 2			
Теоретичні основи очистки стічних вод			
12.	Іони важких металів як забруднювачі навколишнього середовища	2	2
13.	Поверхнево-активні речовини як забруднювачі навколишнього середовища	1	2
14.	Органічні речовини як забруднювачі навколишнього середовища	1	2
15.	Нафтопродукти як забруднювачі навколишнього середовища	1	1
16.	Мінеральні добрива, гербіциди, пестициди, інсектициди як забруднювачі навколишнього середовища	2	2
17.	Радіоактивні речовини як забруднювачі навколишнього середовища	1	1
18.	Механічні методи очистки води	2	4
19.	Фізичні методи очистки стічних вод	4	4
20.	Методи знезараження води	2	2
21.	Електрокоагуляція як метод очистки води	2	4
22.	Електрохімічні методи очистки води	6	6
23.	Знесолення та знепріснення води	4	6
24.	Кількісні характеристики екстракції. Вимоги до екстрагентів	4	8
25.	Характеристика побутових стічних вод.	2	4
26.	Очистка стічних вод від розчинних органічних речовин	2	4
27.	Очистка води від радіоактивних речовин	2	4
28.	Очистка стічних вод від іонів важких металів	2	4
Усього за змістовим модулем 2		40	60
Разом		68	98

10. ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ – не передбачено

Індивідуальна робота: Проведення індивідуальних та групових консультацій протягом семестру згідно з розкладом викладача.

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Словесні (лекції; пояснення, бесіди). Наочні (ілюстрування; демонстрування; самостійне спостереження). Практичні (лабораторні роботи). Методи виконавчого, репродуктивного та пошукового навчання при виконанні самостійної роботи.

12. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Опитування на лекціях. Опитування на лабораторних заняттях. Тестування. Модульні контрольні роботи. Перевірка конспектів. Перевірка самостійної роботи.

13. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

ПЛ	МК 1	МК 2	СР	Сума
30	25	25	25	100

ПЛ – прийом протоколів лабораторних робіт у вигляді звіту

МК – модульна контрольна робота

СР – самостійна робота

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85 – 89	B	дуже добре	
75 – 84	C	добре	
70 – 74	D	задовільно	
60 – 69	E	допустимо	
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

14.1. Змістовий модуль 1

Властивості та класифікація природних вод

14.1.1. Питання до модульної контрольної роботи 1

1. Яку структуру має молекула води? Які властивості води як хімічної сполуки зумовлює будова молекули води?
2. Які хімічні властивості виявляє вода як об'єкт навколишнього середовища?
3. Які аномальні властивості води Ви знаєте? Чим вони обумовлені?
4. Які води називаються природними водами? Як вони утворюються?
5. Які Ви знаєте джерела природних вод?
6. Наведіть класифікацію природних вод за солевмістом.
7. Наведіть класифікацію природних вод за хімічним складом.
8. Які правила використовуються при складанні формули природної води?
9. Які головні іони присутні у природних водах? Який їх вміст?
10. Які гази присутні у природних водах у розчиненому вигляді? Як змінюється їх вміст залежно від кліматичних умов, географічного розташування, пори року?
11. Які речовини називаються біогенними? Який їх вміст у природних водах?
12. Які класи органічних речовин присутні у природних водах?
13. Які органолептичні показники якості води Ви знаєте?
14. Які хімічні показники якості води Вам відомі?
15. Охарактеризуйте біохімічні показники якості води.
16. Які домішки, присутні у воді, зумовлюють її мутність? Які фактори впливають на величину мутності води?
17. Які методи визначення мутності та прозорості води Ви знаєте?
18. Яка речовина є сучасним первинним стандартом для визначення мутності?
19. Які Ви знаєте одиниці вимірювання мутності? Прозорості?

20. Наведіть нормативні показники мутності та прозорості води в Україні, ЄС та США.
21. Які присутні у природних водах речовини зумовлюють їх кольоровість? Які фактори впливають на кольоровість води?
22. Які методи визначення кольоровості води Ви знаєте?
23. В яких одиницях вимірюється інтенсивність кольоровості води? Наведіть нормативні показники кольоровості води в Україні та ЄС.
24. Яким присутніми у природних водах речовинами обумовлений їх запах і смак? Які фактори впливають на запах природних вод?
25. Якими методами можна визначити запах і смак природних вод?
26. В яких одиницях і за яких умов вимірюється інтенсивність запаху і смаку природних вод? Наведіть відповідні нормативні показники в Україні та ЄС.
27. Які фактори впливають на густину води? Які методи визначення густини води Ви знаєте?
28. Яка величина називається електричною провідністю води? Наведіть одиниці вимірювання питомої електричної провідності.
29. Які речовини, присутні у воді, зумовлюють її електричну провідність?

- 29. Який показник якості води відноситься до фізичних?**
 А) БПК; Б) в'язкість;
 В) сухий залишок; В) кольоровість.
- 30. Який показник якості води відноситься до хімічних?**
 А) в'язкість; Б) сухий залишок;
 В) кольоровість; В) БПК.
- 31. В яких одиницях вимірюються запах та смак природних вод?**
 А) градус; Б) сантиметр;
 В) бал; Г) NTU.
- 32. В яких одиницях вимірюються кольоровість природних вод?**
 А) градус; Б) бал;
 В) NTU; Г) сантиметр.
- 33. В яких одиницях вимірюються прозорість природних вод?**
 А) сантиметр; Б) NTU;
 В) бал; Г) градус.
- 34. В яких одиницях вимірюються мутність природних вод?**
 А) NTU; Б) сантиметр;
 В) градус; Г) бал.
- 35. Встановіть відповідність щодо розчинності кисню у воді:**
- | <i>Умови</i> | <i>Розчинність</i> |
|---|--------------------|
| 1. Зменшення температури | А. Збільшується |
| 2. Підвищення тиску | Б. Зменшується |
| 3. Збільшення температури і зменшення тиску | В. Не змінюється |
- 36. Встановіть відповідність:**
- | <i>Елемент будови молекули H₂O</i> | <i>Кількість елементів</i> |
|---|----------------------------|
| 1. σ-зв'язок | А. 0 |
| 2. π- зв'язок | Б. 2 |
| 3. Неподілені пари електронів | В. 1 |

14.1.3. Професійно-орієнтовані завдання

Класифікація природних вод. Складання формули природної води

Алгоритм складання формули природної води на підставі проведення класифікації води за Альокінім

Для складання формули природної води слід здійснити такі розрахунки:

1. Визначити середній вміст кожного хімічного компоненту \bar{C} , (мг/дм³) за формулою:

$$\bar{C} = (C_{min.} + C_{max.}) / 2,$$

де $C_{min.}$ і $C_{max.}$ – мінімальний і максимальний вміст певного компоненту у природній воді.

2. Розрахувати молярну масу еквівалента $M_{екв.}$ (г/моль) кожного хімічного компоненту за формулою:

$$M_{екв.} = M / z,$$

де M – молярна маса, z – заряд іона.

3. Розрахувати кількість речовини еквівалента $n_{екв.}$ (ммоль/дм³) кожного хімічного компоненту за формулою:

$$n_{екв.} = \bar{C} / M_{екв.}$$

4. Використовуючи результати розрахунків, визначити:

- 4.1. Вміст якого аніона переважає у воді? Як відрізняється вміст інших аніонів від переважаючого аніона?

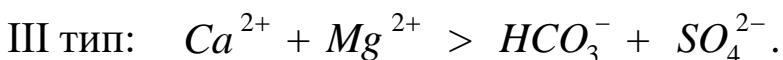
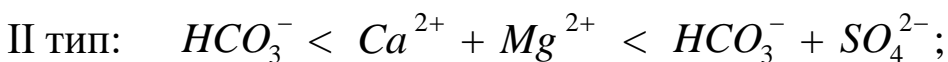
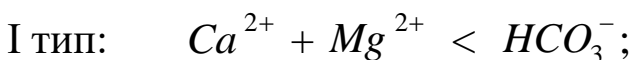
- Якщо вміст інших аніонів відрізняється від вмісту переважаючого аніона більше, ніж на 5 ммоль/дм³, у формулу природної води слід буде записати символ лише переважаючого аніона.

- Якщо вміст інших аніонів відрізняється від вмісту переважаючого аніона менше, ніж на 5 ммоль/дм³, у формулу природної води слід буде записати символи усіх аніонів у порядку зменшення їх вмісту.

4.2. Вміст якого катіона переважає у воді? Як відрізняється вміст інших катіонів від переважаючого катіона?

- Якщо вміст інших катіонів відрізняється від вмісту переважаючого катіона більше, ніж на 5 ммоль/дм³, у формулу природної води слід буде записати символ лише переважаючого катіона.
- Якщо вміст інших катіонів відрізняється від вмісту переважаючого катіона менше, ніж на 5 ммоль/дм³, у формулу природної води слід буде записати символи усіх катіонів у порядку зменшення їх вмісту.

4.3. До якого типу належить природна вода?



5. Скласти формулу природної води. Для цього слід записати у рядок символ переважаючого аніона (*An*), у верхньому індексі – символ переважаючого катіона (*Cat*), у нижньому індексі – тип природної води (*type*):



Приклад складання формули природної води на підставі проведення класифікації води за Альокінім

Об'єкт дослідження – природна вода «Бювет Вітал» хімічного складу (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій + калій
300-600	< 100	< 50	50-100	20-100	50-200

Проводимо розрахунки за п. п. 1 – 3. Записуємо одержані значення в таблицю:

Іон	C , мг/дм ³	\bar{C} , мг/дм ³	M , г/моль	$M_{екв.}$, г/моль	$n_{екв.}$, ммоль/дм ³
HCO_3^-	300-600	450	61	61	7,38
SO_4^{2-}	0-100	50	96	48	1,04
Cl^-	0-50	25	35,5	35,5	0,70
Ca^{2+}	50-100	75	40	20	3,75
Mg^{2+}	20-100	60	24	12	5,00
$Na^+ + K^+$	50-200	125	62	31	4,03

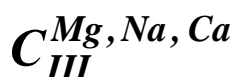
- Визначаємо переважаючий аніон. Для досліджуваної природної води переважаючим є аніон HCO_3^- . Його вміст відрізняється від вмісту інших аніонів більше, ніж на 5 ммоль/дм³.

- Визначаємо переважаючий катіон. Для досліджуваної природної води переважаючим є катіон Mg^{2+} . Його вміст відрізняється від вмісту інших катіонів менше, ніж на 5 ммоль/дм³.

- Визначаємо тип досліджуваної води.

- I. $3,75 + 5,00 < 7,38$ (невірно, отже, не I тип)
- II. $7,38 < 3,75 + 5,00 < 7,38 + 1,04$ (не вірно, отже, не II тип)
- III. $3,75 + 5,00 > 7,38 + 1,04$ (вірно, отже, III тип)

- Складаємо формулу досліджуваної природної води з урахуванням п. п. 4.1, 4.2, 5:



Завдання для самостійного розв'язання

Проведіть класифікацію природної води за Вернадським та Альокінім. Напишіть формулу природної води.

1. Природна вода «Миргородська» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій + калій
150-450	50-250	1000-2500	30-200	< 50	600-1200

Загальна мінералізація 2,5 – 3,5 г/дм³.

2. Природна вода «Трускавецька Заповідна» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій + калій	Аргентум
100-400	< 100	< 50	20-100	< 50	10-100	0,2

Загальна мінералізація 0,2 – 0,7 г/дм³.

3. Природна вода «Поляна Квасова» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій +калій	Борна кислота
4500-8000	< 25	300-600	70-150	< 50	1500-3000	100-250

Загальна мінералізація 6,5 – 12,0 г/дм³.

4. Природна вода «Бонаква» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій
300	9	30	8	7	110

Загальна мінералізація < 1 г/дм³.

5. Природна вода «Лужанська» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій +калій	Борна кислота
2000-4500	< 50	< 100	50-200	< 25	900-1800	< 100

Загальна мінералізація 3,0 – 6,5 г/дм³.

6. Природна вода «Біола Знаменівська» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій +калій	Силікатна кислота
50-250	< 50	50-250	< 25	< 50	50-250	45-65

Загальна мінералізація 0,2 – 0,6 г/дм³.

7. Природна вода «Поляна Купель» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій + калій	Борна кислота
4500-7000	< 25	200-600	50-125	< 25	2000-2800	100-250

Загальна мінералізація 7,0 – 10,5 г/дм³.

8. Природна вода «Куяльник» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій + калій
400-500	280-380	1200-1700	< 50	< 100	900-1300

Загальна мінералізація 3,0 – 4,0 г/дм³.

9. Природна вода «Моршинська» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій + калій
30-200	< 100	< 60	5-80	< 50	< 70

Загальна мінералізація 0,1 – 0,4 г/дм³.

10. Природна вода «Боржомі» має такий хімічний склад (мг/дм³):

Гідрокарбонати	Сульфати	Хлориди	Кальцій	Магній	Натрій + калій
3500-5000	< 10	250-500	20-150	20-150	1000-2000

Загальна мінералізація 5,0 – 7,5 г/дм³.

14.1.4. Розрахункові задачі

1. Залежність електричної провідності розчинів Натрій хлориду від їх концентрації характеризується даними:

C, %	5	10	20	25
κ , См см ⁻¹	0,0430	0,0779	0,1255	0,1340

Побудуйте градувальну криву $\kappa = f(C)$. Визначте концентрацію розчинів, якщо $\kappa_1 = 0,0490$ См см⁻¹, $\kappa_2 = 0,1300$ См см⁻¹.

2. Залежність електричної провідності розчинів Кальцій хлориду від їх концентрації характеризується даними:

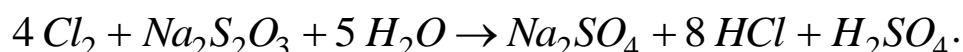
C, %	10	20	30
κ , См см ⁻¹	0,0748	0,1077	0,1150

Побудуйте градувальну криву $\kappa = f(C)$, виразивши C у масових частках, моль/дм³ розчину. Визначте концентрацію розчину (у масових частках та моль/дм³), якщо $\kappa = 0,0990$ См·см⁻¹.

3. При визначенні лужності стічної води на титрування 100 см³ цієї води було витрачено 10 см³ 0,1 М розчину НСІ (за фенолфталеїном). Визначте лужність води.

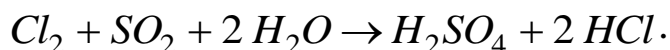
4. Яка кількість залишкового хлору міститься в 1 дм³ води, якщо встановлено, що на титрування 100 см³ такої води витрачено 2,5 см³ 0,01 М розчину Натрій тіосульфату?

5. Скільки грамів Na₂S₂O₃ необхідно додати до 100 м³ води, щоб зв'язати надлишковий активний хлор, вміст якого у воді становить 7 мг/дм³? Зв'язування хлору протікає за реакцією:



6. Визначте масову частку активного хлору у хлорному вапні, кристалогідраті Кальцій гіпохлориту та в Натрій гіпохлориті.

7. Який об'єм Сульфур (IV) оксиду необхідно для дехлорування 400 м³ води, якщо 1 дм³ її містить 8 мг хлору? Реакція протікає за рівнянням:



8. Розрахуйте кількості соди та вапна, необхідні для пом'якшення 50 м³ води, карбонатна твердість якої складає 4 ммоль/дм³, а некарбонатна – 3 ммоль/дм³.

9. Скільки 37 % розчину HCl знадобиться для того, щоб карбонатну твердість (8 ммоль/дм³) 4 м³ води, яка використовується в теплообміннику, перевести на некарбонатну?

10. Природна вода має склад, мг/дм³: [CO₂] = 44, [HCO₃⁻] = 122, [Ca²⁺] = 5, [Mg²⁺] = 24,32. Розрахуйте, яка маса Ca(OH)₂ та Na₂CO₃ необхідна для пом'якшення 100 м³ цієї води.

11. У закритій посудині встановилася рівновага між газом та його водним розчином: A (газ) ↔ A (розчин). Вкажіть, в який бік зміститься рівновага, якщо: 1) збільшити температуру; 2) зменшити тиск. Обґрунтуйте відповідь.

12. Скільки 25 % розчину HCl знадобиться для того, щоб карбонатну твердість (12 ммоль/дм³) 10 м³ води, яка використовується в теплообміннику, перевести на некарбонатну?

14.1.5. Зразки модульної контрольної роботи 1

Варіант № 1 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Біогенні речовини як хімічні складові природних вод. Які показники якості води обумовлені наявністю цих речовин у воді? Наведіть відповідні регламентовані значення.	6
2.	Охарактеризуйте кольоровість природних вод як показник їх якості. Методи визначення кольоровості, одиниці вимірювання. Регламентовані значення.	6
3.	Проведіть класифікацію природної води за солевмістом (за Вернадським) та за хімічним складом (за Альокіним). Напишіть формулу природної води.	7
4.	Тестові завдання	6
Всього, бали		25

Варіант № 2 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Які води називаються природними водами? Як відбувається формування складу природних вод? Які основні хімічні компоненти природних вод Ви знаєте?	6

2.	Охарактеризуйте фізичні показники якості природних вод. Методи їх визначення мутності, одиниці вимірювання. Регламентовані значення.	6
3.	Проведіть класифікацію природної води за солевмістом (за Вернадським) та за хімічним складом (за Альокіним). Напишіть формулу природної води.	7
4.	Тестові завдання.	6
Всього, бали		25

Варіант № 3 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Головні іони, розчинені гази та мікроелементи як хімічні складові природних вод. Які показники якості води обумовлені наявністю цих речовин у воді?	6
2.	Охарактеризуйте запах і смак природних вод як показник їх якості. Методи визначення запаху і смаку, одиниці вимірювання. Регламентовані значення.	6
3.	Проведіть класифікацію природної води за солевмістом (за Вернадським) та за хімічним складом (за Альокіним). Напишіть формулу природної води.	7
4.	Тестові завдання.	6
Всього, бали		25

Варіант № 4 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Вода як хімічна сполука. Фізичні, фізико-хімічні та хімічні властивості води. Чим пояснюються аномальні властивості води?	6
2.	Охарактеризуйте мутність та прозорість природних вод як показник їх якості. Методи визначення цих показників, одиниці вимірювання. Регламентовані значення.	6
3.	Проведіть класифікацію природної води за солевмістом (за Вернадським) та за хімічним складом (за Альокіним). Напишіть формулу природної води.	7
4.	Тестові завдання.	6
Всього, бали		25

Варіант № 5 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Органічні речовини як хімічні складові природних вод. Які показники якості води обумовлені наявністю цих речовин у воді? Наведіть відповідні регламентовані значення.	6
2.	Охарактеризуйте хімічні показники якості природних вод. Наведіть відповідні регламентовані значення.	6

3.	Проведіть класифікацію природної води за солевмістом (за Вернадським) та за хімічним складом (за Альокінім). Напишіть формулу природної води.	7
4.	Тестові завдання	6
Всього, бали		25

14.1.6. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи 1

Вид завдання	Оцінка в балах	Вимоги до знань та умінь студентів
1, 2. Теоретичні завдання	0-1	Відповідь відсутня або невірна
	1,1-3	Несвідоме, механічне відтворення матеріалу зі значними помилками, судження помилкові, недостатнє самостійне мислення. Відповідь містить значні помилки
	3,1-5	Свідоме відтворення матеріалу з незначними помилками, дещо порушено логічність та послідовність викладу, недостатньо проявляється самостійність мислення. Відповідь містить незначні помилки
	5,1-6	Свідоме і повне відтворення матеріалу з незначними неточностями, виклад матеріалу достатньо обґрунтований, дещо порушено послідовність викладу матеріалу. Відповідь правильна
Максимальна кількість балів	6	

3. Завдання практичної спрямованості	0-1	Відповідь відсутня або невірна.
	1,1-3	Відповідь неповна, містить значні помилки
	3,1-5	Відповідь з незначними неточностями, містить незначні помилки
	5,1-6,5	Відповідь правильна з незначними неточностями, з використанням професійних термінів
	6,6-7	Відповідь повна, детальна та послідовна з використанням професійних термінів
Максимальна кількість балів	7	
4. Тестові завдання	0,5	вірна відповідь
	0	невірна відповідь
Максимальна кількість балів	6	
Всього балів	25	

14.2. Змістовий модуль 2

Теоретичні основи очистки стічних вод

14.2.1. Питання до модульної контрольної роботи 2

1. Які води називаються стічними водами?
2. Які різновиди стічних вод Ви знаєте залежно від їх походження?
3. Які хімічні складові стічних вод Вам відомі згідно з ВООЗ?
4. Наведіть вихідні положення класифікації домішок у воді, запропонованої акад. Кульським.
5. Які методи очистки використовуються для вилучення з води грубодисперсних домішок?

6. Які методи очистки використовуються для вилучення з води колоїдних домішок?
7. Які методи очистки використовуються для вилучення з води домішок молекулярного ступеня дисперсності?
8. Які методи очистки використовуються для вилучення з води домішок іонного ступеня дисперсності?
9. Які методи очистки води відносяться до механічних?
10. Які методи очистки води відносяться до фізичних?
11. Які методи очистки води відносяться до фізико-хімічних? Наведіть приклади їх практичного використання.
12. Які методи очистки води відносяться до хімічних? Які межі їх використання?
13. Охарактеризуйте біохімічні методи очистки стічних вод. Які води можливо очищати цими методами? Які їх переваги та недоліки?
14. Порівняйте фізико-хімічні та біохімічні методи очистки води.
15. Які речовини використовуються як коагулянти? Яким чином можливо підвищити ефективність коагуляції?
16. Які речовини використовують як флокулянти? Наведіть їх класифікацію.
17. Які речовини використовують як адсорбенти? Як їх обирати?
18. Наведіть класифікацію іонітів.
19. Які варіанти здійснення флотації для очистки стічних вод Ви знаєте?
20. Які основні стадії здійснення рідинної екстракції Вам відомі?
21. Які вимоги висуваються до екстрагентів? Наведіть приклади найбільш розповсюджених екстрагентів.

В) флокуляція;

Г) коагуляція.

8. Для очистки стічних вод від ціанід-іонів не можна використовувати такий метод:

А) окиснення-відновлення;

Б) йонний обмін;

В) коагуляція;

Г) електроліз.

9. Який метод використовується для очистки стічних вод від солей важких металів, якщо їх концентрація досить велика?

А) осадження;

Б) нейтралізація;

В) іонний обмін;

Г) центрифугування.

10. Для знесолення води, яка використовується на теплових і атомних електростанціях, використовують такий метод:

А) йонний обмін;

Б) коагуляція;

В) флотація;

Г) окиснення-відновлення.

11. Вкажіть метод, за допомогою якого неможливо очистити стічні води від колоїдних домішок:

А) коагуляція;

Б) електродіаліз;

В) окиснення;

Г) відстоювання.

12. Оберіть твердження, яке вірно характеризує промислові стічні води.

А) рідкі відходи, які виникають під час видобутку та переробки органічної та неорганічної сировини;

Б) рідкі відходи, склад яких приблизно постійний та мало змінюється в залежності від місцезнаходження;

В) утворюються внаслідок випадання атмосферних осадів, а також такі, що стікають з територій підприємств.

13. До якої групи методів очистки стічних вод відноситься метод фільтрування?

А) біологічні методи;

Б) хімічні методи;

В) фізичні методи;

Г) механічні методи.

14. Біологічний метод можна використовувати для очистки стічних вод, які характеризуються таким значенням біологічного показника (БП)

А) БП > 50 %;

Б) БП < 50 %;

В) БП > 20 %;

Г) БП < 20 %.

В) йонний обмін;

Г) центрифугування.

23. До якої групи методів очистки стічних вод відноситься метод коагуляції?

А) біологічні;

Б) хімічні;

В) фізико-хімічні;

Г) механічні.

24. Оберіть твердження, яке характеризує зливові стічні води:

А) рідкі відходи, які виникають під час видобутку та переробки органічної та неорганічної сировини;

Б) рідкі відходи, склад яких приблизно постійний та мало змінюється в залежності від місцезнаходження;

В) утворюються внаслідок випадання атмосферних опадів, а також такі, що стікають з територій підприємств;

25. До хімічних методів очистки стічних вод не відноситься метод.

А) осадження;

Б) окиснення-відновлення;

В) нейтралізації;

Г) відстоювання.

26. Як називається метод очистки стічних вод, оснований на процесі взаємодії гідрофобних домішок з бульбашками повітря?

А) коагуляція;

Б) флотація;

В) флокуляція;

Г) йонний обмін.

27. Як називається метод, який використовують для очистки стічних вод від розчинених органічних речовин?

А) флотація;

Б) адсорбція;

В) флокуляція;

Г) коагуляція.

28. Для очистки стічних вод від ціанід-йонів не можна використовувати такий метод:

А) окиснення-відновлення;

Б) йонний обмін;

В) біохімічний;

Г) електроліз.

29. Згідно з класифікацією акад. Кульського, суспензії та емульсії відносяться до групи домішок стічних вод з розмірами частинок:

А) $< 10^{-7}$ см;

Б) $> 10^{-5}$ см;

В) $< 10^{-9}$ см;

Г) $< 10^{-5}$ см.

30. До якої групи методів очистки стічних вод відноситься метод дистиляції?

А) біологічні методи;

Б) хімічні методи;

В) фізичні методи;

Г) механічні методи.

31. Які чинники враховує класифікація домішок, присутніх у воді, запропонована акад. Кульським?

А) молярну масу домішок;

Б) хімічну природу домішок;

В) фазовий та дисперсний стан домішок;

Г) можливість рекуперації домішок.

32. Яка оптимальна температура має підтримуватися на очисних спорудах при біохімічній очистці стічних вод (аеробні процеси)?

А) 10-20 °С;

Б) 0-10 °С;

В) 80-100 °С;

Г) 20-40 °С.

33. Яку речовину зазвичай додають у воду, яка очищається, для підвищення ефективності процесу коагуляції?

А) вапно;

Б) сірководень чи сульфід;

В) кислоту;

Г) хлор чи озон.

34. Які методи поєднують при очистці стічних вод від токсичних іонів Cd^{2+} ?

А) окиснення та коагуляцію;

Б) окиснення та екстракцію;

В) хімічне осадження та окиснення;

Г) хімічне осадження та флотацію.

35. Які методи поєднують при очистці стічних вод від токсичних сполук Cr(VI)?

А) окиснення та флокуляцію;

Б) окиснення та екстракцію;

В) окиснення та хімічне осадження;

Г) відновлення та хімічне осадження.

36. Який метод очистки природних та стічних вод базується на дії на водну систему зовнішніх фізичних силових полів і не призводить до структурно-хімічних змін в системі?

А) виморожування;

Б) електрокоагуляція;

В) седиментація;

Г) рідинна екстракція.

37. Які мікроорганізми беруть участь в процесах біохімічного окиснення стічних вод?

А) мікроби та віруси;

Б) тільки автотрофні;

В) тільки гетеротрофні;

Г) як автотрофні, так і гетеротрофні.

38. Хімічна очистка води включає низку процесів. Встановіть відповідність:

<i>Процес очистки</i>	<i>Реагент, фізичний процес</i>
1. Коагуляція	А. Cl_2
2. Дезінфекція	Б. O_3
3. Пом'якшення	В. Na_2CO_3
4. Адсорбція	Г. $NaAlO_2$
5. Окиснення	Д. Активоване вугілля
6. Знесолення	Е. Йонний обмін

14.2.3. Професійно-орієнтовані завдання

Вибір методу (методів) очистки забруднених вод

1. У листопаді 2019 р. поблизу Одеси сів на міліну танкер "Delfi". 22 листопада аналіз показав перевищення допустимої концентрації паливно-мастильних матеріалів у воді у 53 рази. 23 листопада в Держекоінспекції Кримсько-Чорноморського округу заявили, що вміст нафтопродуктів у воді на місці аварії перевищує допустиму норму у 157 разів.

Запропонуйте методи очистки морської води від нафтопродуктів.

2. 9 червня 2019 р. поблизу с. Збаражівка Погребищенського району Вінницької області грузовий мікроавтобус, який перевозив засоби захисту рослин від шкідників, перевернувся на березі річки Рось і загорівся. Внаслідок цього близько 88 літрів хімікатів потрапило у ставок з наступним перетіканням у річку Рось. Було припинено централізоване водопостачання м. Біла Церква, населених пунктів Узин та Фурси в басейні річки Рось. В місці витоку під час ДТП було визначено перевищення допустимого вмісту гербіцидів у 200-600 разів. Через 2 тижні в колодязях с. Збаражівка був визначений залишковий вміст пестицидів у 40-60 разів.

Запропонуйте метод (методи) очистки води від пестицидів.

3. У квітні 2019 р. вчені Китайської академії наук повідомили, що стічні води, які скидаються пральнями і фірмами-виробниками полімерів, містять частинки мікропластиків. Основним виявленим пластиковим компонентом в стічних водах був поліамід, частка якого становить 54,8 %.

Запропонуйте метод (методи) очистки води від даних забруднень.

4. У травні 2017 р. у Харківській області відбулося забруднення річки Мерла. У Богодухівському та Червонокутському районі відчувався різкий запах сірководню, а вода річки Мерла набула білого кольору.

Запропонуйте метод (методи) очистки води річки Мерла від сірководню та продуктів його взаємодії з хімічними складовими річкової води.

5. 24 грудня 2019 року уряд Еквадору ввів режим надзвичайного стану внаслідок аварії баржі Orca з нафтопродуктами на території національного парку Галапагоських островів, які входять до Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. У воду поблизу острова Сан-Кристоваль потрапило більш ніж 2500 л дизельного палива.

Запропонуйте методи очистки морської води від нафтопродуктів.

6. Згідно з даними за 2017 рік, вміст плумбуму у воді Керченської протоки в районі м. Єйська та м. Темрюк перевищував значення його ГДК. Крім того, спостерігалось перевищення допустимої концентрації кадмію та плумбуму в донних відкладеннях Керченської протоки (2,5-16,2 мкг/г). Розрахункові значення потоків важких металів з Чорного та Азовського морів через Керченську протоку вказують на те, що саме Азовське море є джерелом забруднення чорноморської екосистеми плумбумом та кадмієм.

Запропонуйте методи очистки морської води від іонів плумбуму та кадмію.

7. У липні 2016 р. у пробах води і риби з річки Стугна (м. Васильків, Київська область) було виявлено загальну токсичність,

перевищення вмісту амоніаку, сірководню та пестицидів (протиконазолу та його метаболітів).

Запропонуйте методи очистки річкової води від кожної з цих забруднюючих речовин.

8. 20 жовтня 2018 р. в районі с. Щетинкіне на річці Сейба у Красноярському краї Російської Федерації відбулося руйнування дамби технологічної водойми артілі, яка видобувала золото. Росгідрометом було зареєстровано екстремально високе забруднення води іонами купруму (ГДК перевищено у 206 разів), цинку (ГДК перевищено у 19 разів) та плюмбуму (ГДК перевищено у 5 разів).

Запропонуйте методи очистки річкової води від згаданих іонів важких металів.

9. Внаслідок техногенної аварії на підприємстві ПВ «Уфахімпром» відбувся витік великої кількості фенолу в річку Шугурівка, яка впадає в річку Уфа, що є джерелом господарчо-питного водопостачання м. Уфа. Забруднення води в районі Південного водозабору перевищувало ГДК фенолу більш ніж у 100 разів. Витік фенолу призвів до масового отруєння мешканців міста Уфа. Загроза забруднення питної води фенолом полягає в тому, що при очистці води використовувався хлор, який внаслідок взаємодії з фенолом утворює суміш хлорфенолів, токсичність яких у 100-250 разів перевищує токсичність самого фенолу.

Запропонуйте методи очистки річкової води від фенолу та хлорфенолів.

10. 14 лютого 2000 р. на румунському підприємстві «Аурул», що займається видобутком золота і срібла, стався викид 100 тис. м³ ціаністих солей в річку Сомеш, яка впадає в Тису, а потім в Дунай. Гранична концентрація ціанідів була перевищена у 800 разів.

Запропонуйте метод очистки води від ціанідів.

11. 11 березня 2011 р. в результаті сильного землетрусу і наступного за ним цунамі сталася аварія на АЕС «Фукусіма-1». В пробах морської води спостерігався вміст радіоактивних речовин (¹³¹I, ¹³⁷Cs), який перевищував допустимий у декілька тисяч разів.

Запропонуйте спосіб очистки води від радіоактивних речовин.

12. Під час сильних штормів у 2007 р. у Керченській протоці зазнали аварії декілька суден, в результаті чого в Чорне море вилилося близько 100 т нафтопродуктів.

Запропонуйте спосіб очистки води від даного виду забруднення.

13. 13 листопада 2005 р. на хімічному заводі в м. Цзилінь (Китай) сталася аварія, в результаті якої забруднилася ріка Амур впродовж 1000 км. В зону забруднення потрапили російські міста Хабаровськ, Амурськ, Комсомольск-на-Амурі та багато селищ. У водойми потрапило близько 100 т нітробензолу (ГДК в питній воді складає 0,2 мг/л), концентровані нітратна та сульфатна кислоти.

Запропонуйте спосіб очистки води від цих забруднень.

14. На Шаогуаньському плавильному заводі (Китай) під час ремонту обладнання стався викид забрудненої кадмієм води в річку. ГДК кадмію було перевищено у 10 разів.

Запропонуйте метод очистки води від йонів кадмію.

15. Відомі випадки гострих отруєнь важкими металами, що виникають в результаті промислового забруднення природних вод. Наприклад, масове отруєння кадмієм спостерігалось в Японії серед жителів узбережжя р. Інітай: захворіло близько 200 людей, причому в половині випадків зі смертельним результатом. Причиною отруєння служили стічні води кадмієвого рудника, які використовувалися для зрошення рисових полів.

Запропонуйте метод очистки води від солей кадмію.

16. Відомі випадки виникнення дерматитів при користуванні підземною водою, забрудненою солями хрому в Угорщині.

Запропонуйте метод очистки води від солей хрому.

17. Масові отруєння ртуттю в Японії були викликані скиданням промислових стічних вод у Йокогамську затоку і р. Агано, що призвело до накопичення ртуті в промисловій рибі – основному продукті харчування місцевого населення.

Запропонуйте метод очистки води від солей ртуті.

18. Згідно з дослідженням, проведеним протягом 2014-2018 років у 11 містах Канади, виявлено, що вміст плюмбуму в системах питного водопостачання досліджених міст перевищує

допустимий рівень (5 мкг/л). Результати аналізів 12 000 зразків питної води показали, що 18 % проб містять більше 15 мкг вищезгаданого забруднювача в літрі.

Запропонуйте метод очистки води від солей плюмбуму.

19. 17 серпня 2018 року через дамби Іреляхського родовища (Якутія, РФ) перелилася забруднена промиванням алмазів вода. Вона перебувала в спеціальних котлованах, які переповнилися внаслідок аномально рясних дощів. Спочатку вода з величезною концентрацією суспензій та іонів металів потрапила в річку Ірель, а потім потрапила в річки Мала Боутобія і Вилюй. Показники кольоровості і мутності у воді річки Вилюй залишалися перевищеними протягом декількох місяців.

Запропонуйте метод очистки води від завислих речовин і солей важких металів.

20. У 2016 р. було встановлено, що свердловина, яка забезпечувала питною водою населення с. Гожули Полтавської області, містила фториди на рівні 7,8-8,0 мг/л (при нормі до 1,5 мг/л). Внаслідок цього у людей спостерігалось масове ураження зубів на флюороз. Також у воді було виявлено перевищення норми нітратів в 80 разів, а заліза – в 10 разів.

Запропонуйте метод очистки води від даних забруднень.

21. Дані, представлені на конференції в м. Гельсінкі (Фінляндія), показали, що деякі з найвідоміших річок у світі, в тому числі Темза, забруднені антибіотиками, класифікованими як критично важливі для лікування серйозних інфекцій, що створює загрозу формування у бактерій стійкості до цих препаратів. Так, взяті з Дунаю в Австрії зразки містили сім антибіотиків, включаючи кларитроміцин – препарат, який використовується для лікування інфекцій дихальних шляхів, в концентрації майже в чотири рази вище рівня, який вважається безпечним. Дослідники протестували 711 проб в 72 країнах і виявили антибіотики в 65 % з них.

Запропонуйте метод очистки води від даних забруднень.

22. Питна вода у багатьох школах Житомирської області не відповідає вимогам: показники жорсткості, вміст заліза і нітратів

перевищують нормативні. Про це 16 вересня 2018 р. повідомила ДУ «Житомирський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». З метою визначення якості водозабезпечення фахівці здійснили 690 моніторингових обстежень закладів освіти, під час яких відібрали і дослідили 1374 зразків води, з них 279 (20 %) досліджених проб не відповідали стандартам за вмістом нітратів, заліза та за мікробіологічними показниками. Останнє свідчить про наявність у дослідженій воді умовно-патогенних мікроорганізмів.

Запропонуйте метод очистки води від даних забруднень.

23. У вересні 2019 р. десятки пляжів, річок і озер в Новій Зеландії були закриті для громадськості через забруднення вод відходами сільського господарства.

Запропонуйте метод очистки води від даних забруднень.

24. У серпні 2019 р. оприлюднена інформація щодо кількості відходів, які щорічно потрапляють у Чорне море. В Чорному морі на 1 кв. км припадає 90,5 одиниці сміття. Хімічний аналіз чорноморської води показує присутність 124 забруднюючих речовин, серед яких пестициди, ртуть, антибіотики і навіть залишки сонцезахисного крему. Крім того, річки приносять залишки добрив, в яких містяться азот і фосфор, що сприяє цвітінню води. Через це світло не проникає в глибини, а морська флора вимирає, попутно обдаровуючи прибережні води зеленуватою плівкою та неприємним запахом.

Запропонуйте метод очистки води від даних забруднень.

25. Моніторинг стічних вод автомийок показав наявність в їх складі хімічно активних миючих засобів, нафтопродуктів, забруднень з поверхні транспортних засобів, заліза, солей жорсткості і хлору.

Запропонуйте метод очистки води від даних забруднень.

26. 13 серпня 2019 р. Волинський окружний адміністративний суд задовольнив позов Державної екологічної інспекції України в Хмельницькій області щодо зупинки виробництва ТОВ "Понінківська картонно-паперова фабрика Україна", яка роками забруднювала своїми скидами місцеві річки. Екологи неодноразово відбирали проби в річках Хомора та Случ та зробили висновки, що вода забруднена хімічними та завислими речовинами, які потрапили у воду в

результаті неодноразових скидів Понінківською паперовою фабрикою.

Запропонуйте метод (методи) очистки води від даних забруднень.

27. На початку 2019 року начальник Черкаського обласного гідрометеоцентру повідомив, що згідно з проведеними аналізами, вміст деяких забруднювачів в річці Дніпро вище гранично допустимої концентрації в кілька разів. Вміст важких металів, таких як купрум, цинк і манган, перевищує ГДК в 3-4 рази, а вміст шестивалентного хрому – в 5 разів. Концентрація фенолів в різних пробах перевищує ГДК від 3 до 7 разів. Також було зазначено, що в другому контрольному створі, який знаходиться на 6 кілометрів нижче за течією м. Черкаси, концентрація мангану перевищує ГДК в 16 разів.

Запропонуйте метод (методи) очистки води від даних забруднень.

28. Згідно з даними Харківського регіонального лабораторного центру, вода з 45 % джерел нецентралізованого водопостачання в області не придатна для пиття. У вивчених пробах підвищені мутність, вміст солей жорсткості, заліза, амоніаку, сульфатів і хлоридів. Особливо гострою є проблема підвищеного (в 10-12 разів) вмісту нітратів у колодязній воді, яке було виявлено в 37,5 % проб. За мікробіологічними показниками якості води з колодязів нормам не відповідають 28,2 % проб.

Запропонуйте метод (методи) очистки води від даних забруднень.

Багатоваріантне завдання

У серпні 2019 р. Державне агентство водних ресурсів України опублікувало інформацію щодо ТОП-10 найбільших підприємств-забруднювачів України за 2018 р. До цього переліку увійшли підприємства, які скидають у природні водні об'єкти стічні води, якість яких не відповідає нормам, встановленим в дозволах на спеціальне водокористування гранично допустимих скидів. Так,

об'єм стічних вод, скинутих 100 підприємствами, в 2018 р. склали 918 млн. м³, а в 2017 – 809 млн. м³. Майже дві третини підприємств, що увійшли до анти-рейтингу ТОП-100, розташовані на території 4 областей: Дніпропетровська – 24; Донецька – 19; Львівська – 7, Харківська – 7. При цьому 18 підприємств-забруднювачів є промисловими (з них 6 – це підприємства чорної металургії), а 74 підприємства відносяться до комунальної галузі (таблиця).

Запропонуйте метод (методи) очистки стічних вод певного підприємства (за завданням викладача).

Таблиця

Перелік основних підприємств-забруднювачів водних джерел
України [<https://www.davr.gov.ua>]

Місце	2018 р.	2017 р.	2016 р.
1	ПАТ «Київводоканал»	ПАТ «Київводоканал»	ПАТ Меткомбінат «Азовсталь»
2	ПАТ Меткомбінат «Азовсталь»	ПАТ Меткомбінат «Азовсталь»	ВАТ «Дніпровський меткомбінат»
3	ВАТ «Дніпровський меткомбінат»	ММКП «Львівводоканал»	ВАТ «Запоріжсталь»
4	ВАТ «Запоріжсталь»	ВАТ «Дніпровський меткомбінат»	ТОВ ПКФ «НАЙС»
5	КП «Дніпроводоканал»	КП «Дніпроводоканал»	КП «Дніпроводоканал»
6	ТОВ ПКФ «НАЙС»	ВАТ «Запоріжсталь»	ММКП «Львівводоканал»
7	ММКП «Львівводоканал»	МКП «Миколаївводоканал»	МКП «Миколаївводоканал»
8	МКП «Миколаївводоканал»	Філія ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля»	ПАТ «Київводоканал»
9	Філія ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля»	КП «Чернігівводоканал»	СВК «МАЯК»
10	КП «Чернігівводоканал»	КП «Міськводоканал» у м. Суми	КП «Міськводоканал» у м. Суми

14.2.4. Розрахункові задачі

1. Концентрація Натрій сульфіту у стічній воді становить 126 мг/дм^3 . При скиданні у водойми стічні води розбавляються річковою водою в 10 разів. Концентрація кисню в річковій воді складає 8 мг/дм^3 . Скільки кисню витрачається на окиснення Натрію сульфіту? На скільки знизиться у воді концентрація кисню?
2. У стічних водах міститься 92 мг/дм^3 гліцеролу. Визначте, на скільки знизиться у річковій воді концентрація кисню, який витрачається на окиснення гліцерину, якщо гліцерол окиснюється до Карбон (IV) оксиду, а розбавлення стічних вод річковими складає 1:10.
3. У стічних водах міститься 90 мг/дм^3 глюкози. Визначте, на скільки знизиться у річковій воді концентрація кисню, який витрачається на окиснення глюкози, якщо глюкоза окиснюється до Карбон (IV) оксиду, а розбавлення стічних вод річковими складає 1:10.
4. Визначте об'єм $0,1 \text{ М}$ розчину H_2SO_4 , необхідний для нейтралізації 10 м^3 $0,5 \text{ М}$ NaOH . Розрахуйте концентрацію розчину NaOH у масових частках, якщо його густина дорівнює $1,04 \text{ г/см}^3$.
5. Визначте об'єм 10% розчину NaOH ($\rho = 1,109 \text{ г/см}^3$), необхідний для осадження $\text{Fe}(\text{OH})_2$ з 10 м^3 20% FeSO_4 ($\rho = 1,214 \text{ г/см}^3$).

6. В якому об'ємному співвідношенні потрібно змішати 10 % розчин H_2SO_4 ($\rho = 1,066 \text{ г/см}^3$) та 10 % розчин NaOH ($\rho = 1,109 \text{ г/см}^3$) для повної нейтралізації кислоти?
7. Розрахуйте дозу вапна для підлюговування води, якщо доза Алюміній сульфату складає 100 мг/дм^3 , а доза Ферум(III) хлориду – 50 мг/дм^3 .
8. Напишіть якісний склад добрив, які утворюються при регенерації катіоніту нітратною кислотою, якщо у воді до проведення іонного обміну містились солі кальцію, магнію і натрію.
9. Напишіть якісний склад добрив, які утворюються при регенерації слабкоосновного аніоніту амоніаком після нейтралізації регенераційного розчину нітратною кислотою.

14.2.5. Зразки модульної контрольної роботи 2

Варіант № 1 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Що таке стічні води? Як вони класифікуються за походженням? Класифікація хімічних забруднювачів стічних вод.	6
2.	Охарактеризуйте метод рідинної екстракції. Наведіть межі його використання, переваги та недоліки. Які реагенти використовуються в цьому методі? Наведіть їх класифікацію, приклади речовин, охарактеризуйте особливості їх структури.	6
3.	Запропонуйте метод (методи) очистки стічних вод	8

	від високотоксичних ціанід-йонів. Обґрунтуйте свій вибір. Вкажіть концентраційні межі використання обраних Вами методів. Запропонуйте необхідні реагенти. Напишіть рівняння реакцій.	
4.	Тестові завдання.	5
Всього, бали		25

Варіант № 2 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Класифікація домішок у стічних водах за фазово-дисперсним станом (класифікація Кульського). Основні методи очистки стічних вод на підставі класифікації домішок за фазово-дисперсним станом.	6
2.	Охарактеризуйте метод флокуляції. Наведіть межі його використання, переваги та недоліки. Які реагенти використовуються в цьому методі? Наведіть їх класифікацію, приклади речовин, охарактеризуйте особливості їх структури.	6
3.	Запропонуйте метод (методи) очистки стічних вод від малотоксичних неорганічних речовин. Обґрунтуйте свій вибір. Наведіть необхідні рівняння реакцій, реагенти, концентраційні межі використання.	8
4.	Тестові завдання.	5
Всього, бали		15

Варіант № 3 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Класифікація методів очистки води за характером сил, діючих на домішки.	6
2.	Охарактеризуйте метод флотації. Наведіть межі його використання, переваги та недоліки. Які реагенти використовуються в цьому методі? Наведіть їх класифікацію, приклади речовин, охарактеризуйте особливості їх структури.	6
3.	Запропонуйте метод (методи) очистки стічних вод від солей твердості. Обґрунтуйте свій вибір. Наведіть необхідні рівняння реакцій, реагенти, концентраційні межі використання.	8
4.	Тестові завдання.	5
Всього, бали		25

Варіант № 4 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Характеристика хімічних методів очистки стічних вод. Межі застосування цих методів. Теоретичні основи, різновиди, реагенти, що використовуються. Переваги та недоліки.	6
2.	Охарактеризуйте метод коагуляції. Наведіть межі його використання, переваги та недоліки. Які реагенти використовуються в цьому методі? Наведіть їх класифікацію, приклади речовин, охарактеризуйте особливості їх структури.	6

3.	Запропонуйте метод (методи) очистки стічних вод від біологічно м'яких органічних речовин. Обґрунтуйте свій вибір. Наведіть необхідні рівняння реакцій, реагенти, концентраційні межі використання.	8
4.	Тестові завдання.	5
Всього, бали		25

Варіант № 5 (зразок)

№	Питання	Кількість балів
1.	Біохімічні методи очистки стічних вод. Межі застосування цих методів. Теоретичні основи, різновиди, використовувані реагенти. Переваги та недоліки.	6
2.	Охарактеризуйте метод іонного обміну. Наведіть межі його використання, переваги та недоліки. Які реагенти використовуються в цьому методі? Наведіть їх класифікацію, приклади речовин, охарактеризуйте особливості їх структури.	6
3.	Запропонуйте метод (методи) очистки стічних вод від токсичних органічних речовин. Обґрунтуйте свій вибір. Наведіть необхідні рівняння реакцій, реагенти, концентраційні межі використання.	8
4/	Тестові завдання.	5
Всього, бали		25

14.2.6. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи 2

Вид завдання	Оцінка в балах	Вимоги до знань та умінь студентів
1, 2. Теоретичні завдання	0-1	Відповідь невірна або відсутня.
	1,1-3	Несвідоме, механічне відтворення матеріалу зі значними помилками, судження помилкові, недостатнє самостійне мислення. Відповідь містить значні помилки
	3,1-5	Свідоме відтворення матеріалу з незначними помилками, дещо порушено логічність та послідовність викладу, недостатньо проявляється самостійність мислення. Відповідь містить незначні помилки
	5,1-6	Свідоме і повне відтворення матеріалу з незначними неточностями, виклад матеріалу достатньо обґрунтований, дещо порушено послідовність викладу матеріалу. Відповідь правильна
Максимальна кількість балів	6	
3. Завдання практичної спрямованості	0-1	Відповідь відсутня або невірна
	1,1-4	Відповідь неповна, містить значні помилки
	4,1-6	Відповідь з незначними неточностями, містить незначні помилки
	6,1-7,5	Відповідь правильна з незначними неточностями, з використанням професійних термінів

	7,6-8	Відповідь повна, детальна та послідовна з використанням професійних термінів
Максимальна кількість балів	8	
4. Тестові завдання	0,5	вірна відповідь
	0	невірна відповідь
Максимальна кількість балів	5	
Всього балів	25	

15. ПЕРЕЛІК ЗАЛКОВИХ ТА КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ

1. Які законодавчі акти України регламентують користування водними ресурсами в нашій країні?
2. Які організації нормують показники якості питної води? Як називаються нормативні документи?
3. Перерахуйте основні забруднювачі водоймищ. Яку загрозу вони становлять для біосфери?
4. Охарактеризуйте світові водні ресурси і водні ресурси України.
5. Які води називаються природними? Під дією яких факторів відбувається формування їх складу?
6. Опишіть класифікацію природних вод за солевмістом (Вернадський).
7. Охарактеризуйте класифікацію природних вод за хімічним складом (Альокін).
8. Проаналізуйте класифікацію вод за цільовим призначенням.
9. Наведіть фізичні та органолептичні показники якості води.
10. Охарактеризуйте хімічні та біологічні показники якості води.
11. Охарактеризуйте головні іони, розчинені гази, біогенні речовини, мікроелементи, органічні речовини як хімічні компоненти природних вод.
12. Наведіть класифікацію стічних вод за походженням, основні джерела промислових стічних вод.

13. Які хімічні складові стічних вод Ви знаєте?
14. Наведіть класифікацію домішок стічних вод за фазово-дисперсним станом (Кульський).
15. Охарактеризуйте основні методи очистки стічних вод.
16. Охарактеризуйте механічні методи очистки стічних вод. Наведіть межі їх застосування.
17. Охарактеризуйте хімічні методи очистки стічних вод. Наведіть межі їх застосування, переваги та недоліки.
18. Охарактеризуйте біологічні методи очистки стічних вод. Обґрунтуйте межі їх застосування, переваги та недоліки.
19. Охарактеризуйте електрохімічні методи очистки стічних вод. Обґрунтуйте межі їх застосування, переваги та недоліки.
20. Охарактеризуйте фізико-хімічні методи очистки природних і стічних вод.
21. Коагуляція, межі застосування, переваги та недоліки. Коагулянти, механізм їх дії, вибір оптимального коагулянту та його дози.
22. Флокуляція, основи процесу, межі застосування, переваги та недоліки. Флокулянти, їх класифікація.
23. Флотація, фізико-хімічні основи процесу, межі застосування, переваги та недоліки. Поняття про піноутворювач, реагент (збирач).
24. Адсорбція на твердих адсорбентах. Фізико-хімічні основи, межі застосування, переваги та недоліки.
25. Іонний обмін. Фізико-хімічні основи, межі застосування, переваги та недоліки.
26. Рідинна екстракція. Фізико-хімічні основи, межі застосування, переваги та недоліки.
27. Порівняйте ефективність використання фізико-хімічних методів для очистки стічних вод від іонів важких металів.

16. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перлова О. В., Перлова Н. О. Органолептичні показники якості води / Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни «Хімія природних та стічних вод» для студентів факультету хімії та фармації. – Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2019. – 42 с.
2. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 12.10.2018 р., документ № 1264-ХІІ.
3. Водний кодекс України : документ № 213/95-ВР від 18.12.2017 р.
4. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України від 01.05.2019 р., документ № 2918-ІІІ.
5. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 04.10.2018 р.
6. Кульский Л. А. Основы химии и технологии воды. – Киев: Наукова думка, 1991.
7. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення : Наказ № 316 від 01.12.2017 р.; зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15.01.2018 р., № 56/31508.
8. Кульский Л. А и др. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. – Киев: Наукова думка, 1980.
9. Кульский Л. А. Технология очистки природных вод. – Киев: Вища школа, 1986.
10. Кульский Л. А. Электрохимия в процессах очистки воды. – Киев: Техніка, 1987.
11. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод/ за заг. ред. А. К. Запольского. – Київ: Лібра, 2000.
12. Родионов А. И., Клушин В. Н., Торочешников Н. С. Техника защиты окружающей среды. – Москва: Химия. 1989.
13. Таубе П. Р., Баранова А. Г. Химия и микробиология воды. – Москва: Высшая школа, 1983.
14. Жуков А. И. и др. Методы очистки производственных сточных вод. – Москва: Стройиздат, 1977.
15. Когановский А. М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод. – Киев: Наукова думка, 1983.
16. Тарасевич Ю. И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981.

17. Проскуряков В. А., Шмидт Л. И. Очистка сточных вод в химической промышленности. – Л.: Химия, 1977.
18. Заграй Я. М., Бойко Т. В., Мірошніченко О. Ю. Хімія навколишнього середовища. Конспект лекцій. – Київ: КНУБА, 2002.
19. Калюкова Е. Н., Петрова Л. В. Химия воды: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2004.
20. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – Київ: Вища школа, 2005.
21. Водоподготовка: Справочник . – Изд-во Аква-Терм, 2007.
22. Русанова С. Н., Ахтямова С. С., Стоянова Л. Ф. Методы и средства защиты водных объектов от загрязнения сточными водами: учебное пособие. – Казань: Изд-во КГТУ, 2007.

ЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. <http://www.waternet.com.ua>
2. www.davr.gov.ua
3. www.ukrvodokanal.in.ua
4. <https://infoxvod.com.ua>
5. <http://wwtec.ru/index.php?id=206>
6. http://ru.wikipedia.org/wiki/Экологическая_химия
7. <http://www.e-pool.ru/rubrics.php?id=62>
8. <http://voda.kr-company.ru/metody/>
9. <http://ac99.ru/metody-ochistki-vody.html>
10. <http://voda-proekt.narod.ru/fiz-him.html>
11. <http://old.sibai.ru/content/view/997/1135/>
12. <http://library.fentu.ru/book/raznoe/zagrokrsr/index.html>
13. <https://nv.ua/>
14. <https://www.waternewseurope.com>
15. <https://www.water-technology.net>
16. <http://labcenter.kh.ua>

Навчальне видання

Перлова Ольга Вікторівна

Хімія природних та стічних вод

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

для студентів факультету хімії та фармації
Спеціальність 102 «Хімія», 014 «Середня освіта (Хімія)»

В авторській редакції

Підп. до друку .2020. Формат 60x84/16.
Ум.-друк. арк. 4,01. Тираж 0 пр.
Зам. № 2170.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет
імені І. І. Мечникова

Україна, 65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12
Тел.: (048) 723 28 39. E-mail: druk@onu.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.