

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І  
АРХІТЕКТУРИ**

Кафедра Водопостачання та водовідведення

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до самостійної роботи з дисципліни

**Хімія води і мікробіологія**

Галузь знань 19 «Архітектура і будівництво»

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Спеціалізація «Водопостачання та водовідведення»

Факультет Інженерних систем та екології

Київ – 2018 рік

## ЗМІСТ

Вступ	2
Теми та розподіл годин самостійної роботи за змістовними модулями	3
Теми практичних занять та розподіл годин самостійної підготовки	3
Теми лабораторних занять та розподіл годин самостійної підготовки	4
Індивідуальні завдання та розподіл годин самостійної підготовки	4
Питання до модульного контролю	5
Питання до захисту лабораторних робіт	12
Екзаменаційні питання	13
Список літератури	15

### Вступ

Під час вивчення дисципліни «Хімія води та мікробіологія» передбачена організація таких видів занять: лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота.

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота здійснюється шляхом індивідуального опрацювання кожним студентом певних видів завдань робочої програми з використанням навчальної та спеціальної літератури.

Вивчати матеріал дисципліни рекомендується за темами наступним чином:

- ознайомитись з вимогами програми за даною темою;
- прочитати розділи підручників за даною темою та скласти загальне уявлення про матеріал, що вивчається;
- детально вивчити матеріал, засвоїти теоретичні положення.

Для надання допомоги студентам передбачені консультації з курсу.

Поточний контроль здійснюється у вигляді контрольних опитувань та захисту лабораторних робіт, підсумковий контроль знань здійснюється у вигляді іспиту.

### Теми та розподіл годин самостійної роботи за змістовними модулями

№ з/м	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	<b>Основи хімії води</b> Тема 1. Вода. Домішки води. Тема 2. Істинні розчини. Процеси, що відбуваються в істинних розчинах. Тема 3. Колоїдні системи.	18	30
2	<b>Хімічні основи технології коригування якості води</b> Тема 4. Якість води. Тема 5. Обробка води коагулянтами. Тема 6. Знезараження води. Тема 7. Стабільність води. Тема 8. Коригування хімічного складу домішок води.	36	54
3	<b>Мікробіологія</b> Тема 9. Основи загальної мікробіології. Тема 10. Основи санітарної мікробіології. Тема 11. Роль мікроорганізмів у системах ВВ.	18	18

### Теми практичних занять та розподіл годин самостійної підготовки

№ з/п	Назва теми	Кількість годин самостійної підготовки	
		денна	заочна
1	Визначення молярної маси еквіваленту елементів та сполук. Перевірка якості виконання аналізу води.	0,5	1
2	Визначення придатності води до пиття	1	1
3	Визначення технологічних показників води.	1	1

### Теми лабораторних занять та розподіл годин самостійної підготовки

№ з/п	Назва теми	Кількість годин самостійної підготовки	
		денна	заочна
1	Фізичні показники якості води. рН.	1	1
2	Жорсткість води. Лужність води.	1	1
3	Окиснюваність води.	1	1
4	Визначення оптимальної дози коагулянту.	2	2
5	Визначення оптимальної дози хлору	1	-

### Індивідуальні завдання та розподіл годин самостійної підготовки

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Контрольна робота:	10	10
	– теоретичні основи курсу;	-	5
	– проведення загального аналізу води за еквівалентним вмістом іонів та щільним залишком;	4	2
	– визначення органолептичних, токсикологічних та технологічних характеристик води;	4	2
	– оформлення та захист.	2	1
2	Лабораторний практикум:	10	
	– підготовка до лабораторних робіт;	6	-
	– оформлення та захист.	4	

## Питання до модульного контролю

### Контрольне опитування №1

#### Тема 1. Вода. Домішки води.

##### 1.1. Вода як речовина.

1. Схема будови молекули води.
2. Структура рідкої води.
3. Структура твердої води.
4. Структура водяної пари.
5. В якому агрегатному стані молекули води зв'язані найбільш міцно?
6. В якому агрегатному стані молекули води розташовані найбільш щільно?
7. Температурна аномалія води.
8. Аномалія щільності води.
9. Причини аномалій води.
10. При якій температурі молекули води розташовані найбільш щільно?
11. Вплив аномалії щільності води на навколишнє середовище.
12. Вплив теплоємності води на навколишнє середовище.
13. Причина унікальної розчинної здатності води.
14. Причина капілярних явищ.

##### 1.2. Домішки природних та стічних вод.

1. Види природних вод.
2. Категорії стічних вод.
3. Головні іони природних вод.
4. Гумусові речовини.
5. Біологічні домішки природних вод.
6. Сапрофіти.
7. Патогени.
8. Алохтонні організми.
9. Автохтонні організми.
10. Гомогенна система.
11. Гетерогенна система.
12. Фаза.
13. Компонент.
14. Приклади дисперсних систем з твердим дисперсійним середовищем.
15. Приклади дисперсних систем з рідким дисперсійним середовищем.
16. Приклади дисперсних систем з газоподібним дисперсійним середовищем.
17. Стійкість дисперсної системи.
18. Фазово-дисперсна характеристика домішки.

19. Принцип класифікації домішок за їх фазово-дисперсним станом.
20. Характеристика домішок I групи класифікації.
21. Характеристика домішок II групи класифікації.
22. Характеристика домішок III групи класифікації.
23. Характеристика домішок IV групи класифікації.

## **Тема 2. Істинні розчини. Процеси, що відбуваються в істинних розчинах.**

### **2.1. Істинні розчини.**

1. Істинні розчини.
2. Фактори впливу на розчинність газів.
3. Закон Генрі (залежність розчинності газів від тиску).
4. Залежність розчинності газів від температури.
5. Вплив концентрації розчинених солей на розчинність газів.
6. Взаємна розчинність рідин.
7. Вплив температури на взаємну розчинність рідин.
8. Вплив температури на розчинність солей у воді.
9. Вплив розчинення на структуру води.
10. Структура молекулярних розчинів.
11. Структура іонних розчинів.
12. Гідратація.
13. Гідратні оболонки.
14. Осмос.
15. Закон Вант-Гоффа (осмотичний тиск).
16. Тиск насиченої пари.
17. Закон Рауля.
18. Охарактеризуйте температуру замерзання істинного розчину в порівнянні з чистим розчинником.
19. Охарактеризуйте температуру кипіння істинного розчину в порівнянні з чистим розчинником.
20. Ебуліоскопічна стала.
21. Кріоскопічна стала.

## **Контрольне опитування №2**

### **Тема 2. Істинні розчини. Процеси, що відбуваються в істинних розчинах.**

#### **2.2. Кінетика хімічних реакцій.**

1. Швидкість хімічної реакції.
2. Графік швидкості хімічної реакції.
3. Від чого залежить швидкість хімічної реакції?
4. Як концентрації діючих речовин впливають на швидкість хімічної реакції?

5. Закон діючих мас.
6. Фізичний зміст константи швидкості.
7. Як температура впливає на перебіг хімічної реакції?
8. Що таке температурний коефіцієнт?
9. Каталіз.
10. Що таке автокаталітична реакція?
11. Що таке необернена реакція?
12. Що таке обернена реакція?
13. Графік швидкості оберненої реакції.
14. Закон діючих мас для хімічної рівноваги.
15. Фізичний зміст константи рівноваги.
16. Як концентрації діючих речовин впливають на константу хімічної рівноваги?
17. Від чого залежить константа хімічної рівноваги?
18. Принцип Ле-Шательє.
19. Як зміниться рівновага, якщо вилучити із зони дії продукти прямої реакції?
20. Як зміниться рівновага, якщо вилучити із зони дії вихідні речовини?

### **2.3. Електролітична дисоціація.**

1. Електролітична дисоціація.
2. Рівняння електролітичної дисоціації.
3. Ступінь дисоціації.
4. Слабкі електроліти.
5. Сильні електроліти.
6. Константа дисоціації.
7. Теорія сильних електролітів.
8. Активна концентрація.
9. Коефіцієнт активності.
10. Дисоціація в суміші електролітів.
11. Добуток розчинності  $\text{AgCl}$ .
12. Електролітична дисоціація води.
13. Іонний добуток води.
14.  $\text{pH}$  води.
15.  $\text{pH}$  кислого середовища.
16.  $\text{pH}$  лужного середовища.
17. Буферні розчини.
18. Склад буферних розчинів.
19. Буферна суміш природних вод.
20. Буферна ємність.

21. Від чого залежить рН буферного розчину?
22. Гідроліз.
23. Які сполуки піддаються гідролізу?
24. Ступінь гідролізу.
25. Константа гідролізу.
26. Гідроліз солі сильної кислоти та слабкого лугу.
27. Гідроліз солі слабкої кислоти та сильного лугу.
28. Гідроліз солі слабкої кислоти та слабкого лугу.
29. Як змінюється рН розчину при гідролізі солі сильної кислоти та слабкого лугу?
30. Як змінюється рН розчину при гідролізі солі слабкої кислоти та сильного лугу?
31. Як змінюється рН розчину при гідролізі солі слабкої кислоти та слабкого лугу?
32. Гідроліз хлору.
33. Як змінюється рН при гідролізі хлору?

### **Контрольне опитування №3**

#### **Тема 3. Колоїдні системи.**

1. Що таке колоїдний розчин?
2. Який розмір мають частинки дисперсної фази колоїдної системи?
3. Що таке аерозоль?
4. Що таке гідрозоль?
5. Що таке соліозоль?
6. Що таке обернена колоїдна система?
7. Що таке необернена колоїдна система?
8. Наведіть приклад аерозолі (гідрозолі, соліозолі, оберненої колоїдної системи, необерненої колоїдної системи).
9. Що таке зв'язанодисперсні колоїдні системи?
10. Назвіть властивості золів.
11. В чому полягає своєрідність колоїдних систем?
12. Назвіть поверхневі явища, характерні для колоїдів.
13. Чим зумовлена поява поверхневих явищ в золях?
14. Що таке адсорбція?
15. Що таке абсорбція?
16. Що таке хемосорбція?
17. Що таке адсорбент?
18. Що таке адсорбтив?
19. Що таке адсорбат?



- 20.Адсорбційна рівновага.
- 21.Що таке десорбція?
- 22.Від чого залежить адсорбційна рівновага?
- 23.Що таке іонний обмін?
- 24.Що таке адгезія?
- 25.Від чого залежить інтенсивність адгезії?
- 26.Чим зумовлена поява електричного заряду колоїдної частинки?
- 27.Можливі механізми виникнення подвійного електричного шару.
- 28.Будова міцели AgI у розчині KI.
- 29.Будова міцели SiO<sub>2</sub> у воді.
- 30.Що таке термодинамічний потенціал?
- 31.Що таке електро-кінетичний потенціал?
- 32.Що таке ізоелектричний стан колоїдної системи?
- 33.В чому проявляється стійкість колоїдної системи?
- 34.Які фактори впливають на стійкість колоїдної системи?
- 35.Охарактеризуйте електричний фактор стабільності колоїдної системи.
- 36.Охарактеризуйте структурно-механічний фактор стабільності колоїдної системи.
- 37.Охарактеризуйте кінетичний фактор стабільності колоїдної системи.
- 38.В чому полягає “захисна дія” гідрофільних колоїдів?
- 39.Що таке коагуляція колоїдної системи?
- 40.Які фактори можуть спричинити коагуляцію колоїдної системи?
- 41.Які електроліти спричинюють коагуляцію колоїдної системи?
- 42.Які іони виступають в ролі коагуляторів колоїдної системи?
- 43.Як змінюється коагулююча сила іонів із зміною їх заряду?
- 44.Що таке поріг коагуляції?
- 45.Назвіть механізми коагуляції колоїдної системи електролітами.
- 46.Що таке нейтралізаційна коагуляція?
- 47.Що таке концентраційна коагуляція?
- 48.Що таке взаємна коагуляція золів?
- 49.Як концентрація електроліту впливає на швидкість коагуляції?
- 50.Крива коагуляції.
- 51.Причина коагуляції золів при зміні температури.
- 52.Причина коагуляції золів при їх перемішуванні.
- 53.Причина коагуляції золів при зміні їх концентрації.
- 54.Механізм електрофоретичного руйнування колоїдної системи.
- 55.Механізм електрокоагуляції колоїдної системи.

**Контрольне опитування №4****Тема 5. Обробка води коагулянтами.**

1. Методи інтенсифікації коагулювання води.
2. Флокулянти та їх призначення.
3. Механізм дії активованої кремнієкислоти.
4. Механізм дії поліакриламідів.

**Тема 6. Знезараження води**

1. Переваги та недоліки знезараження води озоном.
2. Переваги та недоліки знезараження води сріблом.
3. Безреагентні методи знезараження води.

**Тема 7. Стабільність води.**

1. Динамічна вуглекислотна рівновага.
2. Стабільна вода.
3. Причини та прояви агресивності води.
4. Причини схильності води до утворення осадів карбонатів.
5. Методи усунення агресивності води.
6. Методи стабілізації води, схильної до утворення осадів.
7. Види корозії бетонів.
8. Види корозії металів.

**Тема 8. Коригування хімічного складу домішок води.**

1. Реагентні методи пом'якшення води.
2. Термічний метод пом'якшення води.
3. Катіонітовий метод пом'якшення води.
4. Імпфірування води.
5. Методи знезалізнення підземних вод.
6. Методи знезалізнення поверхневих вод.
7. Видалення заліза спрощеним аеруванням та фільтруванням.
8. Знесолення води іонним обміном.
9. Опріснення води іонним обміном.
10. Знесолення води електродіалізом.
11. Знесолення води дистиляцією.
12. Знесолення води екстракцією.
13. Знесолення води зворотнім осмосом.
14. Газогідратний метод знесолення води.

### **Тема 9. Основи загальної мікробіології**

1. Класифікація живих істот.
2. Автотрофи, гетеротрофи.
3. Аероби та анаероби.
4. Фототрофи і хемотрофи.
5. Фізичні фактори впливу на життєдіяльність мікроорганізмів.
6. Як температура (тиск, освітленість) впливає на життєдіяльність мікроорганізмів?
7. Хімічні фактори впливу на життєдіяльність мікроорганізмів.
8. Як рН (органіка, біогени, токсини) впливає на життєдіяльність мікроорганізмів?

### **Тема 10. Основи санітарної мікробіології**

1. Біотоп і біоценоз.
2. Види біоценозів та біотопів водойми.
3. Трофічні рівні екосистеми.
4. Продуценти.
5. Консументи.
6. Редуценти.
7. Позитивні взаємостосунки живих істот.
8. Приклад мутуалізму (кооперації, коменсалізму).
9. Негативні взаємостосунки живих істот.
10. Приклад паразитизму (аменсалізму, алелопатії).
11. Евтрофікація водойми. Причини та прояви.
12. Джерело I (II) забруднення природних водойм.
13. Самоочищення водойм.
14. Біологічне самоочищення.
15. Роль бактерій (фітопланктону, зоопланктону, макрофітів) у самоочищенні водойм.
16. Сапробність.
17. Яка зона сапробності характеризується найменшим (найбільшим) вмістом кисню (органічним забрудненням, бактеріологічним забрудненням, видовим розмаїттям)?
18. Індикаторні та показові мікроорганізми.

### **Тема 11. Роль мікроорганізмів у системах водопостачання та водовідведення**

1. Причини цвітіння (заростання) водойм.
2. Методи профілактики та боротьби з цвітінням (заростанням) водойм.

3. Біообростання.
4. Методи профілактики та боротьби з біообростаннями.
5. Основи біологічного очищення стічних вод.
6. Різновиди кисневих умов проведення біологічного очищення.
7. Умови застосування аеробних методів очищення СВ.
8. Умови застосування анаеробних методів обробки СВ.
9. Класифікація методів біологічного очищення за видом біоценозу. Приклади.
10. Класифікація методів біологічного очищення за умовами організації процесу. Приклади.
11. В яких спорудах біологічного очищення відтворюються процеси самоочищення водойм (грунтів)?
12. В яких спорудах біологічного очищення використовується прикріплений (вільноплаваючий) біоценоз?
13. Які споруди використовують для обробки осадів СВ?
14. Стадії зброджування осаду в метантенках.
15. Температурні умови обробки осадів стічних вод в метантенках.

### **Питання до захисту лабораторних робіт**

#### **ЛР №1. Фізичні показники якості води. рН**

1. Джерела надходження завислих речовин у воду. Каламутність питної води за ДержСанПіНом.
2. Методи визначення вмісту завислих речовин. Їх застосування.
3. Домішки, що зумовлюють забарвлення природних вод. Забарвлення питної води за ДержСанПіНом.
4. Методи визначення забарвлення води.
5. Класифікація запахів та смаків природних вод. Запах і смак питної води за ДержСанПіНом.
6. рН, вивід формули. рН питної води за ДержСанПіНом.
7. Методи визначення рН.

#### **ЛР №2. Жорсткість води. Лужність води**

8. Жорсткість води. Види жорсткості води та їх взаємозв'язок.
9. Солі, що зумовлюють жорсткість води. Жорсткість питної води за ДержСанПіНом.
10. Джерела надходження солей жорсткості у воду.
11. Лужність води. Види лужності природних вод. Лужність питної води за ДержСанПіНом.
12. Джерела надходження іонів лужності у воду.

**ЛР №3. Окиснюваність води**

13. Окиснюваність води. Види окиснюваності води. Окиснюваність питної води за ДержСанПіНом.
14. Перманганатна та дихроматна окиснюваність води. Застосування.
15. Біохімічне споживання кисню. Застосування БСК.

**ЛР №4. Визначення оптимальної дози хлору**

16. Методи знезараження.
17. Хлоровмісні реагенти.
18. Хлоропоглинання води. Крива хлоропоглинання води.
19. Вибір дози хлору. Оптимальна доза хлору.
20. Методи хлорування води та їх призначення.

**ЛР №5. Визначення оптимальної дози коагулянту**

21. Коагулювання води. Коагулянти. Призначення обробки води коагулянтами.
22. Коагулювання води. Стадії процесу.
23. Гідроліз коагулянту. Роль лужності у коагулюванні.
24. Механізм утворення пластівців.
25. Оптимальна доза коагулянту. Визначення оптимальної дози коагулянту.

**Екзаменаційні питання**

1. Структура води та водних розчинів.
2. Структура, ізотопний склад води. Фізичні і хімічні властивості води як речовини.
3. Водні дисперсні системи. Класифікація домішок води за їх фазово-дисперсним станом.
4. Істинні розчини. Розчинність твердих речовин, рідин та газів у рідині.
5. Властивості розчинів. Осмос. Ебуліоскопічна і криоскопічна константи.
6. Кінетика хімічних реакцій. Вплив концентрації, температури, каталізаторів на швидкість хімічної реакції.
7. Обернені та необернені реакції. Хімічна рівновага.
8. Електролітична дисоціація. Дисоціація слабких електролітів. Сильні електроліти. Важкорозчинні речовини.
9. Електролітична дисоціація води. Активна реакція води. Буферні суміші.
10. Гідроліз солей і хлору. Константа гідролізу.
11. Колоїдні розчини. Загальна характеристика. Класифікація колоїдних систем.
12. Властивості колоїдних систем. Поверхневі та електрокінетичні явища в колоїдних системах.

13. Стійкість колоїдних систем. Фактори стійкості.
14. Електричний фактор стійкості колоїдних систем. Дзета-потенціал. Будова міцели.
15. Коагуляція колоїдних систем. Вплив електролітів на коагуляцію колоїдних систем.
16. Якість води. Фізичні показники якості води.
17. Якість води. Основні хімічні показники.
18. Обробка води коагулянтами. Призначення. Види коагулянтів. Вибір дози коагулянту.
19. Стадії процесу коагулювання води. Гідроліз коагулянту. Роль лужності води. Утворення пластівців.
20. Інтенсифікація процесу коагулювання води. Флокулянти, види і механізм дії.
21. Знезараження води хлором. Механізм та реагенти, що застосовуються. Методи хлорування води. Призначення і характеристики. Вибір дози хлоровмісного реагенту.
22. Озонування. Використання іонів срібла.
23. Безреагентні методи знезараження води.
24. Стабільність води. Методи оцінки. Вуглекислотна динамічна рівновага. Методи стабілізації.
25. Пом'якшення води. Характеристика методів.
26. Знесолення води. Характеристика методів.
27. Знезалізнення води. Характеристика методів.
28. Метаболізм мікроорганізмів, типи метаболізму.
29. Фактори зовнішнього середовища, що впливають на життєдіяльність мікроорганізмів.
30. Санітарно-показові організми води. Бактеріологічні показники якості води.
31. Біологічна індикація водойми. Система сапробності.
32. Забруднення та самоочищення водойм.
33. Біологічні перешкоди у водопостачанні.
34. Роль мікроорганізмів у очищенні стічних вод. Природні методи очистки стічних вод.
35. Роль мікроорганізмів у очищенні стічних вод. Аеротенки. Біофільтри.
36. Анаеробні методи обробки осадів стічних вод.

### Список літератури

1. Хімія води та мікробіологія. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу / Укл.: В.Ф.Накорчевська, Т.В.Аргатенко. – К.: КНУБА, 2003. – 40 с.
2. Хімія води та мікробіологія. Вправи та методичні вказівки до їх виконання / Укл.: В.Ф.Накорчевська, Т.В.Аргатенко. – К.: КНУБА, 2000. – 32 с.
3. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи / Укл.: Т.В.Аргатенко, О.М. Матвієнко. – К.: КНУБА, 2006. – 20 с.
4. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10)
5. Кульський Л.А., Накорчевська В.Ф. Хімія води. – К.: Вища школа, 1933. – 239 с.
6. Таубе П.Р., Баранова А.Г. Химия и микробиология воды. М.: Высшая шк. 1933. – 280 с.
7. Чурбанова И.Н. Микробиология. Учебник для вузов. – М.: Высшая шк., 1987. – 239 с.
8. Возная Н.Ф. Химия воды и микробиология. - М.: Высш. шк., 1979. – 341 с.
9. Накорчевська В.Ф. Мікробіологія води. – К.: ВІПОЛ, 1999. – 68 с.
10. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К., 2013. – 286 с.

### Інформаційні ресурси

1. <http://org.knuba.edu.ua/> - Київський національний університет будівництва та архітектури.
2. <http://library.knuba.edu.ua/>