

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет агробіологічний



РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ТРЕТІЙ ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ РІВЕНЬ

ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА
ХІМІЯ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ, НАПУВАННЯ ТВАРИН,
РИБОРОЗВЕДЕННЯ ТА ПЕРЕРОБНОЇ І ХАРЧОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ»

ПОГОДЖЕНО

Голова НР (НТР) коф (Г.М. Ковалишина)
Гарант Михайло (В.А. Копілевич)

Розробник: кафедра аналітичної і біонеорганічної
хімії та якості води

Київ 2021

1. Опис навчальної дисципліни

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ, НАПУВАННЯ ТВАРИН, РИБОРОЗВЕДЕННЯ ТА ПЕРЕРОБНОЇ І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	10 Природничі науки	
Освітньо-науковий рівень	третій	
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	102 «Хімія»	
Освітньо-наукова програма	Хімія профіль - Екологічна безпека	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Навчальна практика	Не передбачено	
Форма контролю	залік	
Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	10	10
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30	30
Навчальна практика	30	30
Самостійна робота	80	80
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4	4

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Предметом дисципліни «Оцінка якості води для зрошення, напування тварин, риборозведення та переробної і харчової промисловості» є вивчення методології, нормативної бази та методів оцінювання якості води вододжерел для різних видів водокористування.

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів професійних знань з питань нормування якості води як засобу виробництва для різних галузей аграрного сектора, рибництва та переробки сільськогосподарської продукції, практичних навичок виконання аналітичних досліджень параметрів якості води та їхнього комплексного оцінювання.

Опанування цієї дисципліни надасть здобувачам знання про прикладні аспекти водокористування у сільськогосподарському виробництві, риборозведенні та вирощуванні аквакультури, в переробній промисловості, харчових технологіях; проводити оцінювання придатності поверхневих та підземних вододжерел для конкретного виду водоспоживання; методах інтегральної оцінки якості води для оптимізації затрат на виробництво та вибору методів кондиціонування води. Здобувач повинен оволодіти навичками самостійного пошуку наукової та нормативної документації у області водоспоживання в конкретних областях аграрного виробництва, переробної промисловості тощо.

Основними компетентностями, якими повинен володіти здобувач після вивчення дисципліни є:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- Здатність до самостійного опрацювання методичної, наукової та нормативної документації у напрямі якості водних ресурсів для різних видів водоспоживання;
- Здатність критично аналізувати та порівнювати нормативні документи стосовно нормування якості води України та світу;
- Комплексність у володінні інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку вимог до якості води для конкретних видів водоспоживання;
- Розуміння основних математичних прийомів, які використовуються для розроблення узагальнених оцінок якості води для різних видів водокористування;
- Здатність до пошуку інноваційних підходів у області нормування якості водних ресурсів;

- Здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність);
- Комплексність у розробці та реалізації наукових проектів та програм;
- Комплексність у прийнятті обґрунтованих рішень.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

з н а т и:

- Нормативну базу стосовно вимог до якості води для зрошення, напування тварин, риборозведення та переробної і харчової промисловості, які наразі діють в Україні та провідних країнах світу;
- Основні види полютантів природного та антропогенного походження, які критично впливають на придатність водокористування в конкретних виробництвах аграрного чи переробного сектору господарства;
- Основні методології, які використовуються для комплексного оцінювання водних ресурсів з врахуванням специфіки конкретного виробництва;
- Основні параметри якості води, які нормуються для різних видів водоспоживання, та обґрунтування їхніх гранично допустимих концентрацій;
- Фізико-хімічні та фізичні методи аналізу основних показників мінерального складу води та полютантів;
- Основи створення структурно-логічних схем методу інтегрального оцінювання якості природних вод, яка базується на концепції використання узагальненої функції бажаності Харрінгтона, розроблення шкали бажаності для кожного із параметрів на основі нормативних вимог до якості води для різних видів водоспоживання.
- Принципи математичної обробки даних при інтегральному оцінюванні якості водних ресурсів.

в м і т и:

- Застосувати одержані знання про нормування якості води для різних видів водоспоживання для оцінювання придатності конкретних вододжерел централізованого і децентралізованого водопостачання для певних видів господарчої діяльності – агровиробництва, риборозведення, задоволення питних та господарчих потреб;
- Проводити відносну порівняльну оцінку придатності води для водоспоживання на основі узагальнених критеріїв;
- Виконувати базові аналітичні дослідження складу та властивостей води, з використанням хімічних та фізико-хімічних методів аналізу;

- Давати оцінку можливим причинам відхилення якості води від встановлених нормативів;
- Пропонувати методи та технології водоочищення для досягнення придатності якості води для конкретного виду водоспоживання.
- Аналізувати існуючі та створювати нові концепції в області критеріального нормування якості води для різних видів водоспоживання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях;
- Користуючись набутими теоретичними знаннями та практичними навичками, надавати компетентну та достовірну інформацію та/або консультацію виробничим структурам, приватним водокористувачам щодо придатності води конкретних вододжерел для виробничих чи побутових цілей;
- Брати участь у критичному діалозі та зацікавити результатами дослідження;
- Проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі аналітичної і неорганічної хімії, екології та суміжних галузей;
- Критично сприймати та аналізувати чужі думки й ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми, здійснювати критичний аналіз власних матеріалів;
- Генерувати власні ідеї та приймати обґрунтовані рішення.

3. Структура навчальної дисципліни

- повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього-го	у тому числі					Усього-го	у тому числі				
		л	лаб	н.пр.	інд	с.р.		л	лаб	н.пр.	інд	с.р.
Змістовий модуль 1. Якість води для зрошення												
Тема 1. Оцінювання якості водних ресурсів за агрономічними та екологічними критеріями. Показник SAR, іригаційний коефіцієнт Стеблера та інші, особливості їх застосування	28	2	6			20	28	2	6			20
Тема 2. Узагальнена оцінка якості води для зрошення, в тому числі крапельного, у вигляді іригаційних WQI	28	2	6			20	28	2	6			20
Змістовий модуль 2. Якість води для тваринництва, риборозведення та аквакультури												
Тема 3. Особливості вимог до якості води за хімічними та мікробіологічними показниками для вирощування ВРХ, птиці, риборозведення та вирощування аквакультури	30	4	10			16	30	4	10			16
Змістовий модуль 3. Вода у харчовій та переробній промисловості												
Тема 4. Вода як засіб виробництва та продукт у харчовій промисловості. Схеми та особливості водопідготовки для харчових виробництв.	34	2	8			24	34	2	8			24
Змістовий модуль 4. Навчальна практика щодо аналізу та встановлення складу водного об'єкту та якості води певного господарського призначення												
В межах Тем 1, 2, 3, 4	30			30						30		
Усього годин	150	10	30	30		80	150	10	30	30		80

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Правила техніки безпеки в хімічній лабораторії. Визначання фізичних показників якості природних вод для використання у різних областях водокористування (температура, кольоровість, прозорість, рН, смак, присмак, запах при різних температурах, вміст розвиненого кисню, електропровідність, окисно-відновний потенціал (ОВП))	6
2.	Методи визначання складових мінеральної матриці води, які нормуються для зрошення, напування тварин та птиці, у харчовій промисловості: вміст кальцію, магнію, натрію+калію, гідрокарбонатів, хлоридів, сульфатів. Розрахунок йонної сили водного середовища. Показник йонної сили та його функціональне значення	6
3.	Визначання санітарно-хімічних та санітарно-гігієнічних показників якості води для різних видів водокористування: перманганатної окисності, вміст нітратів, заліза загального, марганцю, амонію, фосфатів, фторидів, залишкового хлору.	6
4.	Визначання вмісту важких металів (цинку, міді, кадмію, свинцю, ртуті) у природних вода для оцінювання придатності води для різних видів водокористування	6
5.	Вивчення методів узагальненої оцінки якості води для різних видів водовикористання. Розрахункові та графічні методики.	6
	Всього:	30

Змістовий модуль №1 Якість води для зрошення

Тема лекційного заняття № 1

Вступ. Предмет та задачі дисципліни. Нормування якості води для зрошення: агрономічні (за ДСТУ 2730), екологічні (ДСТУ 7286) та технологічні вимоги. Зв'язок якості води та зрошення та стійкості ґрунтів. Оцінювання ризиків засолення та осолонцювання. Розрахунок показників PI, MgR, KR, SAR, SSP, і RSC.

Тема лекційного заняття № 2

Концепція індексів якості води. Диференційний, комплексний та інтегральний підходи. Індекс Хортон як концептуальна ідея для інтегральної оцінки. Ентропійний індекс якості води (EIWQI); Salinity Laboratory (USSL) та діаграми Вільсона. Індекс Стонера. Розроблення шкал бажаностей для

оцінювання води для зрошення з використанням функції бажаності Харрінгтона.

Змістовий модуль № 2. Якість води для тваринництва, риборозведення та аквакультури

Тема лекційного заняття № 3

Особливості вимог до якості води за хімічними та мікробіологічними показниками для вирощування ВРХ, птиці, риборозведення та вирощування аквакультури. Особливості нормування якості води для різних вікових груп тварин та видів риби.

Тема лекційного заняття № 4

Порівняльний аналіз нормативної бази України та ЄС (Директиви 2006/44/EU, 1976/464/EU). Принцип розробки інтегральних індексів якості води на прикладі DCWQI (індексу якості води для напування молочної ВРХ) за Gharibi et al., 2012 та УФБ за Харрінгтоном.

Змістовий модуль 3. Вода у харчовій та переробній промисловості

Тема лекційного заняття № 5

Загальні та специфічні вимоги до якості води для різних галузей харчової та переробної промисловості. Принципи та методи водопідготовки для основних харчових виробництв (хлібобулочної, макаронної, виробництва пива, горілки та безалкогольних напоїв, м'ясної галузей).

Методи дезінфекції води для харчової та переробної промисловості.

Методи комплексної оцінки води для різних видів водоспоживання.

5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами.

1. Для яких видів водокористування розроблено санітарно-гігієнічне, санітарно-хімічне та екологічне нормування?

2. Охарактеризувати поняття ГДК (граничнодопустима концентрація), ЛПШ (лімітуючий показник шкідливості) та ГДС (граничнодопустимий скид).

3. Які ознаки шкідливості враховуються при нормування якості води:

- для зрошення (дощуванням, крапельного);
- для риборозведення та вирощування аквакультури;
- для напування тварин та птиці;
- для переробної промисловості;
- для харчової промисловості.

4. Охарактеризувати основні показники, які визначають якість води для зрошення: температура, загальна мінералізація, кількість зважених частинок.

5. Які критерії визначання допустимих меж основних показників якості води для зрошення?

6. Пояснити, чому фракційний склад (дисперсність) зважених частинок у воді для зрошення має принципову значення для встановлення нормативу якості: порівняти склад високодисперсних (діаметр до 0,001 мм); пилюватих (діаметром від 0,001 до 0,005 мм) та піщаних (діаметром понад 0,005 мм) частинок.

7. Розрахувати іригаційний коефіцієнт K_a (Стеблера) води, яка містить і 1 л 0,5 г NaCl, 0,8 г Na_2CO_3 і 0,2 г Na_2SO_4 та її придатність для зрошення.

8. Перелічити умови (за Ніканоровим), коли для зрошення можна застосовувати природну воду з підвищеною мінералізацією (вищою 1 г/л).

9. Як пояснити випадки успішного використання морських вод для зрошення в умовах пустелі?

10. *Розрахункове завдання.* Вода річки N. використовується для задоволення різних потреб. На різних ділянках річки її вода використовується для господарчо-питних та рекреаційних потреб. Забруднення води можливе від скиду недостатньо очищених стічних вод комунального та виробничого походження; від змиву із полів ґрунту, що містить агрохімікати. Визначити екологічний стан та придатність водойми для вказаних видів водопостачання а за необхідності запропонувати способи зниження забруднення водного об'єкту.

Порядок виконання розрахунків:

1. Розрахувати індекс якості води (ІЯВ);

2. Розрахувати індекс забруднення води (ІЗВ);

11. Розрахувати інтегральний індекс екологічного стану (за Шитіковим) ІЕС.

Вихідні дані (за варіантами):

№ варіанту	Колі-індекс	Запах, бали	БСК, мг О/дм ³	рН	Вміст розвиненого кисню, мг /дм ³	Кольоровість. бали	Зважені речовини, мг/дм ³	Загальна мінералізація, мг/дм ³	Вміст хлоридів, мг/дм ³	Вміст сульфатів, мг/дм ³
1	900	2	12	10	3,5	25	35	3000	750	700
2	90	5	12	9	3,6	45	3	700	150	400
3	10	1	0,5	3	5,5	35	105	600	300	100
4	1	2	6	2	7,6	35	110	900	250	200
5	10 ⁵	3	8	7	9,1	25	5	2100	600	400

Вміст токсикантів, мкг/дм³

№ варіанту	Al ³⁺	As (заг)	Cu ²⁺	Fe (заг)	Hg ²⁺	Mn ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
1	0,02	0,10	0,2	0,1	0,001	0,05	0,33	0,02	0,5
2	0,01	0,02	0,1	0,2	0,001	0,07	0,08	0,05	7,0
3	0,002	0,01	0,5	0,1	0,003	0,03	0,37	0,03	2,0
4	0,15	0,03	2,0	0,1	0,001	0,05	0,35	0,05	0,2
5	0,03	0,02	1,0	0,2	0,001	0,07	0,16	0,70	0,1

12. Розрахувати індекс якості води для зрошення (IWQI) для виборки із 40 вододжерел, з ваговими коефіцієнтами окремих показників за (Meireles, 2010); розрахувати середнє значення, знайти максимальне, мінімальне значення із

виборки за кожним показником та розрахувати середньоквадратичне відхилення SD (з використанням офісної програми MS Excel).

Параметр	Ваговий коефіцієнт (w_i)
Електропровідність	0,211
Na	0,204
HCO ₃	0,202
Cl	0,914
SAR	0,189
Разом:	1,000

Таблиця 1. Статистичні дані фізико-хімічних параметрів та гідрохімічних показників якості води

№ джерела	Ca ²⁺ мг/л	Mg ²⁺ мг/л	Na ⁺ мг/л	Cl ⁻ мг/л	HCO ₃ ⁻ , мг/л	Загальна мінералізація, мг/дм ³	Електро-провідність (мСм/см)	SAR, мекв/л
W1	78.4	15.8	5.09	6.25	3.28	680.3	1063	3.15
W2	60.0	24,0	3.48	4.9	2.32	540.8	845	2.21
W3	64.0	34.1	3.91	4.82	3.32	588.8	920	2.26
W4	100,0	36.1	16.52	10.23	5	1478.4	2310	8.29
W5	64.8	29.3	16.96	10.62	4.08	1484.8	2320	10.1
W6	72	24.9	4.35	5.55	2.12	593.3	927	2.59
W7	49.6	20.6	4.57	3.21	3.56	567.1	886	3.16
W8	80	34.08	16.09	8.06	4.32	1427.2	2230	8.73
W9	64.8	24.96	3.91	2.2	4.16	545.9	853	2.41
W10	136	28.8	5	5.18	5.12	917.8	1434	2.34
W11	144	48	16.96	14.23	6.4	1824	2850	7.19
W12	121.6	30.72	23.35	11.01	6.32	2080	3250	11.26
W13	153.6	37.44	18.52	10.56	4.84	1772.8	2770	7.99
W14	44.8	11.52	5.43	3.15	3.68	531.8	831	4.31
W15	124.8	37.92	18.91	11.21	5.04	1772.8	2770	8.75
W16	100	42.72	16.52	10.23	4.56	1625.6	2540	8.01
W17	64.8	21.12	3.7	2.42	3.96	534.4	835	2.34
W18	80.8	23.52	5.22	4.31	4.84	766.08	1197	3.02
W19	158.4	74.88	19.13	13.61	6.72	2009.6	3140	7.22
W20	153.6	42.72	13.91	9.77	5.12	1676.8	2620	5.88
W21	41.6	12.96	5.04	2.65	3.44	502.4	785	4.02

№ джерела	Ca ²⁺ мг/л	Mg ²⁺ мг/л	Na ⁺ мг/л	Cl ⁻ мг/л	HCO ₃ ⁻ , мг/л	Загальна мінералізація, мг/дм ³	Електро-провідність (мСм/см)	SAR, мекв/л
W22	113.6	36.96	14.13	7.44	5.04	1376	2150	6.77
W23	145.6	52.32	11.3	18.68	2.8	1433.6	2240	4.7
W24	136	71.04	4.22	6.82	4.48	1004.8	1570	1.68
W25	144	28.8	5.65	4.99	2.6	956.8	1495	2.59
W26	44	38.8	10.43	10.99	3.56	995.84	1556	6.36
W27	240	52.8	11.3	13.38	0.36	1702.4	2660	3.96
W28	322.4	92.16	4.09	5.55	4.44	1734.4	2710	1.19
W29	409.6	44.16	5.22	5.72	5.44	1721.6	2690	1.5
W31	428	39.36	4.39	5.8	5.36	1708.8	2670	1.25
W32	56	16.8	13.35	10.2	3.44	1059.84	1656	9.24
W33	76.8	22.08	9.78	6.59	2.88	947.84	1481	5.82
W34	189.6	25.92	8.26	6.7	2.8	1213.44	1896	3.43
W35	200.8	48.48	14.35	12.17	36.19	1715.2	2680	5.42
W36	291.2	61.92	16.52	21.15	3.88	2208	3450	5.27
W37	316	67.2	19.13	20.48	3.12	2400	3750	5.86
W38	132.8	34.08	10.78	7.07	4.72	1225.6	1915	4.96
W39	179.2	16.32	11.87	10.14	2.72	1491.2	2330	5.23
W40	164	26.4	9.13	7.38	3.8	1228.8	1920	4.01

13. Оцінити якість води для оцінювання можливості її використання для зрошення за критерієм SAR. Індивідуальні варіанти якісного та кількісного складу природних вод представлено в таблиці.

Критерії якості оцінити за 4 показниками, які визначають ризики:

- засолення ґрунтів;
- токсична дія на рослини від поглинання води кореневою системою;
- токсична дія на рослини від поглинання води листками при поливанні дощуванням;
- підвищений вміст поживних речовин у воді;
- величина рН.

Якість води оцінювати трьома характеристиками:

- відсутність ускладнень;
- ускладнення;
- серйозна проблема.

Таблиця 1. Варіанти параметрів якості води

Варіант	Загальна мінералізація, г/л	pH	T, °C	Ca ²⁺ , мг/л	Mg ²⁺ , мг/л	Na ⁺ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	HCO ₃ ⁻ , мг/л
1	0,2	7,2	22	18	16	20	8	9	10
2	0,3	7,0	18	15	22	40	80	-	50
3	0,6	7,3	26	10	24	129	90	6	100
4	0,4	6,4	7	12	41	80	100	162	80
5	1,0	6,6	10	50	94	100	150	-	200
6	1,3	9,0	9,0	60	36	285	200	-	550
7	1,4	8,6	8,5	150	6	300	250	-	600
8	1,7	6,8	6	200	1	400	300	169	450
9	2,4	5,4	15	250	36	500	854	48	150
10	2,6	6,1	14	300	24	600	647	865	60

Варіант	CO ₃ ²⁻ , мг/л	Fe, мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	B, мг/л
1	-	0,2	10	0,1
2	-	0,3	15	0,2
3	-	0,4	20	0,3
4	-	0,6	25	0,4
5	-	1,0	5	0,5
6	45	1,5	3	0,8
7	20	3,0	6	2,0
8	-	0,1	25	4,5
9	-	0,2	32	8,0
10	-	0,8	40	12,5

Таблиця 2 - Американська класифікація зрошувальних вод

Негативний вплив води у вигляді:	Ступінь впливу		
	Відсутність ускладнень	Ускладнення	Серйозна проблема
I. Засолення			
1. Загальна кількість розчинених солей в зрошувальній воді, мг/дм ³	Менше 480	480–1920	Більше 1920
2. Зниження водопроникності ґрунту в результаті: а) низького вмісту солей, мг/дм ³ , в тому числі кальцію, мг/дм ³ б) ^x SAR	більше 320 більше 20 менше 6	320-0 менше 20 менше 6–9	більше 9
II. Токсична дія від поглинання води кореневою системою			
1. Натрій, ^x SAR	Менше 3	3–9	більше 9
2. Хлор			
а) мг-екв/дм ³	Менше 4	4–10	більше 10
б) мг/дм ³	Менше 140	140–350	Більше 350
3. Бор, мг/дм ³	Менше 0,5	0,5–2,0	> 2–10
III. Токсичність від поглинання води листям при поливі дощуванням			

1. Натрій			
а) мг-екв/дм ³	Менше 3	Більше 3	-
б) мг/дм ³	Менше 70	Більше 70	-
2. Хлор			
а) мг-екв/дм ³	Менше 3	Більше 3	-
б) мг/дм ³	Менше 100	Більше 100	-
IV. Інші проблеми			
1. Підвищений вміст поживних речовин в воді:			
а) нітратний азот N-NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Менше 5	5-30	більше 30
б) гідрокарбонат HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Менше 90	90-520	більше 520
2. Величина рН	Нормальні величини рН	Межі рН	< i > межі рН

Тут ^xSAR – натрієво-адсорбційне співвідношення, що характеризує відносну активність іонів натрію.

Методологія оцінки якості зрошувальної води

1. Розраховується величина ^xSAR за формулою (1):

$$^x\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}} \cdot (1 + (8,4 - \text{pH}_c)), \quad (1),$$

де Na, Ca, Mg – концентрація катіонів, мг-екв/дм³;

pH_c – розрахункова величина, яка є функцією суми концентрацій (Ca²⁺ + Mg²⁺) та (CO₃²⁻+HCO₃⁻), визначається за формулою (2):

$$\text{pH}_c = (\text{PK}_2 - \text{PK}_0) + \text{P}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{P}_{\text{Alk}} \quad (2).$$

Абсолютні величини доданків рівняння (2) визначаються за табл. 13:

- величина (PK₂-PK₀) – відповідно до суми (Ca²⁺ + Na⁺ + Mg²⁺),
- величина P(Ca+Mg) – відповідно до суми (Ca²⁺ + Mg²⁺),
- величина P_{Alk} – відповідно до суми (CO₃²⁻+HCO₃⁻).

Таблиця 3 - Параметри для розрахунку pH_c

Ca+Na+Mg, мг-екв/дм ³	PK ₂ -PK ₀	Ca+Mg, мг-екв/дм ³	P(Ca+Mg)	CO ₃ +HCO ₃ , мг-екв/дм ³	P _{Alk}
0,5	2,11	0,05	4,60	0,05	4,30
0,7	2,12	0,10	4,30	0,10	4,00
0,9	2,13	0,15	4,12	0,15	3,82
1,2	2,14	0,20	4,00	0,20	3,70
1,6	2,15	0,25	3,90	0,25	3,60
1,9	2,16	0,32	3,80	0,31	3,51
2,4	2,17	0,39	3,70	0,40	3,40
2,8	2,18	0,50	3,60	0,50	3,30
3,3	2,19	0,63	3,50	0,63	3,20
3,9	2,20	0,79	3,40	0,79	3,10
4,5	2,21	1,00	3,30	0,99	3,00
5,1	2,22	1,25	3,20	1,25	2,90
5,8	2,23	1,58	3,10	1,57	2,80
6,6	2,24	1,98	3,00	1,98	2,70
7,4	2,25	2,49	2,90	2,49	2,60

8,3	2,26	3,14	2,80	3,13	2,50
9,2	2,27	3,90	2,70	4,00	2,40
11,0	2,28	4,97	2,60	5,00	2,30
13,0	2,30	6,30	2,50	6,30	2,20
15,0	2,32	7,90	2,40	7,90	2,10
18,0	2,34	10,0	2,30	9,90	2,00
22,0	2,36	12,50	2,20	12,50	1,90
25,0	2,38	15,80	2,10	15,70	1,80
29,0	2,40	19,80	2,00	19,80	1,70
34,0	2,42				
39,0	2,44				
45,0	2,46				

На основі величини SAR, якість води для зрошення можна класифікувати наступним чином:

- Менше 3 – відмінна якість;
- 3-6 – добра;
- 6-12 – задовільна;
- 12-20 – погана;
- 20 і більше – дуже погана.

14. Розрахувати величину іригаційного коефіцієнту А за вихідними даними табл. 1 (завдання 12), зразок – табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахунок показника іригаційного коефіцієнту А

№ зразку	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Співвідношення rNa ⁺ та rCl ⁻	Формула для розрахунку А	А
	ммоль/дм ³					
1	1,56	9,35	1,52	rNa ⁺ < rCl ⁻	$A = \frac{288}{5rCl}$	14,1
2	2,03	3,22	0,18	rNa ⁺ < rCl ⁻	$A = \frac{288}{5rCl}$	6,2
3	2,64	0,96	0,13	rNa ⁺ > (rCl ⁻ +rSO ₄ ²⁻)	$A = \frac{288}{10rNa - 5rCl - 9rSO_4}$	17,9

15. Пояснити, для якого виду водоспоживання розроблено таку шкалу часткових бажаностей і які міркування покладено у визначання діапазонів значень часткових бажаностей для перелічених показників:

Параметри якості води	Одиниці	Значення функції d				
		1,00 – 0,80 – дуже добре	0,80 – 0,63 – добре	0,63 – 0,37 – задовільно	0,37 – 0,30 – погано	0,20 – 0,00 – дуже погано
Загальна твердість	ммоль/дм ³	0-7,00	7,01-10,00	10,01- 15,00	15,01- 18,00	18,01- 30,00
Нітрати N- NO ₃ ⁻	мг/дм ³	0-10	11-20	21-40	41-100	101-300
Азот амонійний N-	мг/дм ³	0-1,2	1,3-2,4	2,5-5,0	5,1-7,0	7,0-20,0

(NH ₄ ⁺ +NH ₃)						
Сульфати	мг/дм ³	0-250	251-350	351-500	501-1000	1001-10000
Хлориди	мг/дм ³	0-150	151-250	251-350	351-2500	2501-15000
Кадмій Cd	мг/дм ³	0-0,001	0,002-0,010	0,011-0,050	0,051-0,200	0,201-2,000
Свинець Pb	мг/дм ³	0-0,010	0,011-0,050	0,051-0,100	0,101-1,000	1,001-5,000
Мідь Cu	мг/дм ³	0-0,050	0,051-0,100	0,101-0,500	0,501-5,000	5,001-10,000
Цинк Zn	мг/дм ³	0-0,400	0,401-5,000	5,001-10,000	10,001-20,000	20,001-100,000
Алюміній Al	мг/дм ³	0-0,2	0,3-0,5	0,5-1,0	1,1-5,0	5,1-10,0

16. Пояснити, чому для виробництва напоїв встановлено вимоги до якості води, які відрізняються від нормативів для питної води (див. табл.)

Показник	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше			
		Вода питна	Вода для виробництва пива	Вода для виробництва безалкогольних напоїв	Вода для виробництва горілки
Каламутність	мг/дм ³	1,5	1,0	1,0	1,5
Кольоровість	град	20	10	10	0
Запахи та присмаки при 20 °С	бали	2	0	0	0
Хлориди	мг/дм ³	350	100-150	100-150	25
Сульфати	мг/дм ³	500	100-150	100-150	20
Загальна твердість	ммоль/дм ³	7,0	2-4	0,7	1,0
pH – водневий показник	Одиниці pH	6,5-8,5	6,0-6,5	3-6	7,8
Залізо загальне	мг/дм ³	0,2	0,1	0,2	0,1
Нітрати	мг/дм ³	50	10	10	40
Мідь	мг/дм ³	1,0	0,5	1,0	0,1
Аміак та йони амонію	мг/дм ³	2,0	сліди	Відсутність	Відсутність

17. Для приготування сула використовується технологічна вода з температурою не більше 50 °С, pH 4,5-5,5 і загальною твердістю не більше 12

ммоль/дм³. Пояснити причини, які визначають саме такі значення показників складу та властивості технологічної води.

18. Пояснити динаміку зміни показників якості технологічної води для виробництва горілки залежно від величини показника загальної твердості (див. таблицю):

Показник	Для технологічної води із загальною твердістю, ммоль/дм ³					
	0,0– 0,20	0,21– 0,40	0,41– 0,60	0,61– 0,80	0,81– 1,00	1,01– 1,20
рН	7,0	7,0	7,0	6,5	6,5	6,5
Лужність загальна, ммоль/дм ³	2,0	1,5	1,0	0,6	0,4	0,2
Окисність, мг О ₂ /дм ³	6,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0
Сухий залишок мг/дм ³	250,0	225,0	200,0	150,0	125,0	100,0
Кальцій, мг/дм ³	2,7	5,0	8,0	10,6	13,3	16,0
Магній, мг/дм ³	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8
Залізо заг., мг/дм ³	0,15	0,12	0,10	0,06	0,04	0,02
Сульфати, мг/дм ³	30,0	25,0	20,0	15,0	10,0	5,0
Хлориди, мг/дм ³	30,0	25,0	20,0	15,0	10,0	5,0
Силікати, (за Si), мг/дм ³	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	1,0
Гідрокарбона- ти, мг/дм ³	125,0	95,0	65,0	40,0	25,0	12,0
Натрій, мг/дм ³	100,0	80,0	60,0	40,0	20,0	10,0
Марганець, мг/дм ³	0,10	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02
Алюміній, мг/дм ³	0,15	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02
Мідь, мг/дм ³	0,15	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02
Фосфати, мг/дм ³	0,10	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02

19. При якій температурі вода для питних та технологічних цілей має найкращий смак та чому?

20. Які чотири смаки води виділяють? Що таке присмаки та як їх класифікують? Присутність яких хімічних речовин та які біохімічні процеси зумовлюють появу смаку та присмаку води?

21. Вказати одиниці вимірювання кольоровості води. Які стандартні шкали при цьому використовують?

22. Коли вживають термін «прозорість води», а коли «каламутність», характеризуючи наявність у воді зважених частинок?

23. Пояснити, чому при нормуванні якості води для риборозведення в нормативах ЄС не включено показники загальної мінералізації, загальної твердості, лужності, рН?

24. Описати принципи нормування якості води для напування тварин та птиці.

25. Назвати основні хімічні показники якості води, ймовірні причини їхньої зміни, їхній вплив на можливість різних видів водокористування.

26. Охарактеризувати переваги та недолчки фізичних, фізико-хімічних та хімічних методів аналізу показників якості води.

27. Охарактеризувати особливості природно-кліматичних умов України, які впливають на хімічний склад поверхневих та підземних вод.

28. Вказати, для яких видів водокористування нітратне забруднення ґрунтових вод є критичним показником та чому.

29. Описати показники, що характеризують мікробіологічне, паразитологічне та мікологічне забруднення природних вод. Для яких видів водокористування та чому дані види забруднення є лімітуючими?

30. Охарактеризувати переваги та недолчки різних підходів до комплексної оцінки якості води для різних видів водовикористання.

Тестові завдання

1. До прісної відносять воду, показник загальної мінералізації якої складає, г/кг:

А	Від 0 до 0,5	В	Від 0 до 10,0
Б	Від 0 до 1,0	Г	Від 0 до 0,1

2. Обрати правильну послідовність розповсюдження йонів мінеральної матриці водив поверхневих водах суші:

А	$Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^-$	В	$Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+}$
Б	$Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+}$	Г	$HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$

3. Каламутність води вимірюється (можливо кілька вірних відповідей):

А	НОК	В	мг/л (каоліну)
Б	ЕМФ (NTU)	Г	мг/л (діатоміту)

4. Для використання води для зрошення з точки зору ризику мікробіологічного обростання водорозподільних мереж потрібно максимально хнижувати концентрацію наступних компонентів (можливо більше однією правильною відповіді):

А	Азоту загального	В	Вуглекислого газу
Б	Фосфору загального	Г	Заліза загального

5. «Спусковий гачок» процесу евтрофікації природних вод – надходження із стічними водами або із природних джерел:

А	Карбонвмісних органічних сполук	В	Сполук, що містять кремній
Б	Органічних та неорганічних фосфорвмісних сполук	Г	Азотовмісних неорганічних та органічних сполук

6. Для гігієнічного нормування якості води **не використовують**:

А	Водно-міграційний лімітуючий показник шкідливості (ЛПШ);
Б	Органолептичний ЛПШ;
В	Загальносанітарний ЛПШ.

7. Обрати **невірне** твердження: При визначанні ефекту сумачії (інтегрального ефекту) полутантів у воді:

А	Враховують всі присутні розчинені речовини чи речовини у зваженому, колоїдному стані;
Б	Сумація проводиться тільки за однаковими ЛПШ;
В	Сумуються коефіцієнти концентрування.

8. Оберіть вірне твердження (можливо більше однієї правильної відповіді):

А	В непроточних водоймах, які використовують для рибозведення, контрольна зона, в якій склад та властивості води повинні відповідати нормативам, розташована в радіусі 1 км від пункту скиду стічних вод;
Б	При скиданні у водойми кількох політантів сума відношень концентрацій речовин, які нормуються за однакоим ЛПШ, і які відносяться до 1 та 2 класів небезпеки, до їх ГДК, не повинна перевищувати 1;
В	У проточних водоймах контрольний створ, у якому склад та властивості води повинні відповідати нормативам, розташований на відстані 1 км вище за течією від найближчого пункту водокористування.

9. Які показники складу води для різних видів водокористування відносяться до фізичних та хімічних?

А	Фізичні	1	рН
Б	Хімічні	2	Смак, присмак
		3	Окисність перманганатна
		4	Вміст розчиненого кисню
		5	Кольоровість
		6	Вміст нітратів

10. Який показник якості води не оцінюється у балах:

А	Запах;
Б	Смак;
В	Каламутність.

11. Які методи використовуються для визначання наступних показників якості води для різних видів водокористування:

А	Гравіметрія	1	рН
Б	Титриметрія	2	Смак, присмак
В	Орнанолептика	3	Загальна мінералізація
Г	Фотометрія	4	Вміст нітратів
Д	Потенціометрія	5	Загальна твердість

12. Які методи використовуються для визначання наступних показників якості води для різних видів водокористування:

А	Фториди	1	Пряма потенціометрія
Б	Твердість	2	Турбидиметрія
В	Вміст кисню	3	Йодометрія
Г	Сульфати	4	Комплексонометрія
Д	Нітрати	5	Фотоколориметрія

13. Прилад фотоколориметр використовують при визначанні:

А	Каламутності води;
Б	Кольоровості води;
В	Прозорості води.

14. Обрати всі правильні відповіді:

Висота стовпа води для визначання її прозорості може вимірюватися за:

А	Диском Секкі;
Б	Стандартним шрифтом;
В	Хрестом.

15. При визначанні показника хімічного споживання кисню (ХСК) у якості окисника використовують (можливо кілька правильних відповідей):

А	Йод;	В	Калій перманганат;
Б	Церій(II);	Г	Калій біхромат.

16. Обрати всі можливі правильні відповіді: *Постійна твердість води:*

- А. Є однаковою для всіх видів чистої води;
- Б. Називається карбонатно твердістю;
- В. Можна усунути обробкою аніонітними смолами;
- Г. Можна усунути додаванням соди;
- Д. Можна усунути обробкою йонообмінними смолами.

17. Обрати всі можливі правильні відповіді: *Тимчасова твердість води:*

- А. Зумовлена наявністю карбонатів кальцію та магнію;
- Б. Зумовлена наявністю розіинених гідрокарбонатів кальцію та магнію;
- В. Може бути усунена кип'ятінням;
- Г. Може бути усунена додаванням соди;
- Д. Можна усунути обробкою йонообмінними смолами.

18. Визначання вмісту залишкового активного хлору **не проводять**:

- А. В стічних водах; Б. В підземних водах; В. В питній воді для напування тварин та птиці; Г. У воді для риборозведення; Д. В технологічній воді для приготування сортівки (водно-етанолової суміші) у горілчаному виробництві.

19. Вставити пропущене слово:

_____ водокористування – це використання водного об'єкту або його ділнки для купання, заняття водними видами спорту та відпочинку.

20. Концентрація катіонів при розрахунку коефіцієнте SAR виражається в таких одиницях:

А	г/л	В	мг/мл	Д	ммоль/дм ³
Б	мг/л	Г	моль/дм ³	Е	мг/кг

21. Вказати правильність твердження: *Поливна вода з коефіцієнтом SAR > 5 небезпечна з точки зору можливого осолонцювання ґрунтів.*

А. Вірно; Б. Невірно

22. Вставити пропущені слова: **Гігієнічний критерій якості води** - критерій якості води, який враховує _____, епідеміологічну та радіоактивну безпечність води та наявність сприятливих властивостей для здоров'я поколінь людей, які живуть зараз, та наступних поколінь.

23. Обрати формулу, за якою розраховується узагальнений показник бажаності з використанням УФБ Харрінгтона:

А	$A = \frac{288}{10rNa - 5rCl - 9rSO_4}$	В	$D_{об.} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}$
Б	$WQI = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot W_i$	Г	$AWQI = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}$

24. Визначити, які параметри якості води для наступних цілей водокористування являються основними:

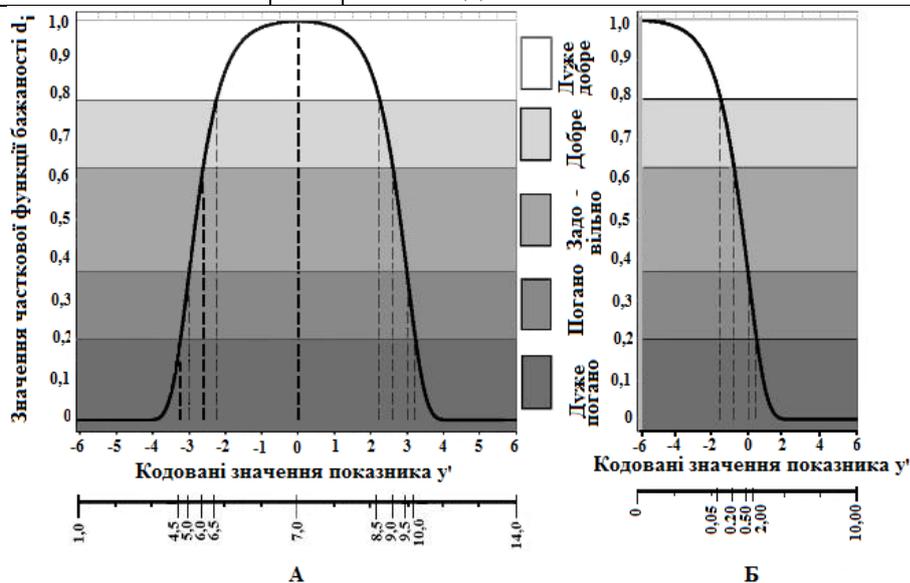
	Вид водокористування		Параметр скоалу та властивостей води
А	Зрошення	1	рН
Б	Риборозведення	2	Загальна мінералізація
В	Напування тварин	3	Вміст розчиненого кисню
Г	Рекреація	4	Запах

25. Вказати методи агрегації параметрів якості води, які використовуються для розрахунку різних видів індексів якості води (можливо більше однієї правильної відповіді):

А	Середнє арифметичне
Б	Середнє геометричне
В	Медіана
Г	Метод вагових коефіцієнтів
Д	Всі вищеназвані

26. На рис. А показано загальний вигляд кривої бажаності для показника якості води, що має двостороннє обмеження, на рис. Б – одностороннє. Для яких параметрів якості слід встановлювати одно-, а для яких – двостороннє обмеження:

	Вид обмеження		Параметр скоалу та властивостей води
А	Одностороннє	1	рН
Б	Двостороннє	2	Загальна мінералізація
		3	Вміст розчиненого кисню
		4	Вміст заліза загального
		5	Твердість загальна
		6	Колі-індекс



27. Для хлібопекарського виробництва кращою є нормально тверда вода, так як і ній частинки борошна краще набухають. М'якуш хліба з тіста, замішаного на твердій воді, більш еластичний та пористий. Ці твердження:

А. Вірні; **Б.** Невірні.

28. Згідно рекомендацій SCAE (The Speciality Coffee Association of Europe – Асоціація Особливої Кави Європи), для приготування кафи регламентуються наступні показники якості води:

А	Кольоровість	Д	Лужність
Б	Вміст залишкового хлору	Е	pH
В	Загальна мінералізація	Є	Вміст натрію
Г	Загальна твердість	Ж	Всі перелічені вище.

29. Висока твердість технологічної води різко знижує ефективність застосування харчових фосфатів внаслідок:

- А. Внаслідок зміни pH середовища;
- Б. Внаслідок утворення нерозчинних сполук з кальцієм;
- В. Недостатньої буферної ємності водної фази;
- Г. Через високе значення йонної сили водної фази.

30. При використанні технологічної води з підвищеним вмістом йонів _____ на поверхні цільном'язових м'ясопродуктів та ковбас у паропроникній оболонці після 8-10 діб зберігання з'являється білий пилоподібний наліт:

А	$\text{Na}^+, \text{Ca}^{2+}$	В	$\text{Fe}^{3+}, \text{NH}_4^+$
Б	$\text{Mg}^{2+}, \text{Cl}^-$	Г	$\text{Ca}^{2+}, \text{SO}_4^{2-}$

31. Присутність яких катіонів у технологічній воді для приготування харчових продуктів приводить до каталізу окисненні ліпідів, появи гіркого присмаку та неприємного запаху (можливо кілька правильних відповідей):

А	Ca^{2+}	В	Fe^{3+}
Б	Mn^{2+}	Г	Na^+

32. Які порушення якості готової м'ясної продукції пов'язані із невідповідністю технологічної води вимогам за показником pH:

А	pH біля 5,2-5,3	1	Розшарування м'ясної емульсії
Б	pH біля 7,2	2	Зменшення терміну зберігання продуктів
		3	Поява «крупинчастості» на зрізі
		4	Різке зниження водозв'язуючої і водоутримуючої здатності маси
		5	Зниження соковитості фаршу
		6	Зменшення виходу готової продукції
		7	Нещільна консистенція
		8	Блідий колір, мильний присмак
		9	Утворення під оболонкою вільної води (синерезис)

33. Присутність у воді нітратів і нітритів у підвищених кількостях у літній період на тлі введення стандартних норм нітриту натрію у м'ясну сировину в готовій продукції може спостерігатися: поява локальних зон, нерівномірних по інтенсивності фарбування на зрізі, підвищена концентрація залишкового нітриту і нітрозамінів. Ці твердження:

- А. Вірні; Б. Невірні.

34. Вказати метод кількісного визначання вмісту заліза загального в природних водах:

А	Фотометрія	С	Гравіметрія	Е	Перманганатометрія
В	Трилонометрія	Д	Нейтралізація	Ф	Йонометрія

35. Вказати методи очищення води, за допомогою якого можна видалити хлорорганічні сполуки, які утворюються при хлоруванні природних вод (можливо більше однієї правильної відповіді)

A	Кип'ятіння	D	Озонування
B	Фільтрування через шар активованого вугілля	E	Йонний обмін
C	Метод зворотного осмосу	K	Дистиляція

36. Вказати хімічну реакцію, яка лежить в основі методу знезараження природних вод води методом хлорування:

A	$2 \text{HCl} + \text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	C	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCl} + \text{HClO}; \text{HClO} \rightarrow \text{HCl} + \text{O}'$
B	$\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HCl} + 2 \text{HI}$	D	$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2 \text{NaCl}$

37. Чому у воді глибоких свердловин, вода, яка містить сполуки заліза та марганцю, відсутнє забарвлення та каламутність, які з'являються з часом, коли воду підняли на поверхню?

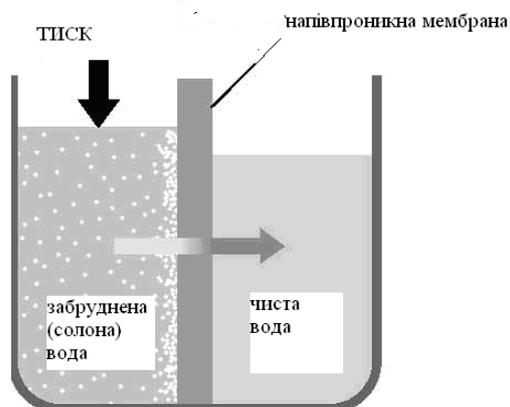
38. Встановити відповідність смакових якостей питної води та переважаючого вмісту аніонів в ній:

A	Солоня	1	Сульфати
B	Гірка	2	Хлориди
C	Солодка	3	Нітрати

39. Який аналітичний метод використовується для визначення показника вмісту нітратів у питній воді?

A	Комплексонометрії	C	Перманганатометрії
B	Фотометрії	D	Нейтралізації

40. Як називається метод очищення води, принцип якого зображено на рисунку?



6. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни використовуються нормативні документи, наочне обладнання, комп'ютерні програми з відповідним програмним забезпеченням, наочні стенди, каталоги нормативних документів, Закони України тощо.

7. Форми контролю

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Залік.

8. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; державні стандарти, індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

9. Рекомендована література

Основна література

1. Водні ресурси на рубежі ХХІ ст.: проблеми раціонального використання, охорони та відтворення / За ред. акад. УЕАН, д.е.н., професора М.А. Хвесика. - К.: РВПС України НАН України, 2005. - 460 с.
2. Інституціональне забезпечення екологічно збалансованого водокористування в сучасних умовах: Монографія / М.А. Хвесик, В.А. Голян, О.В. Яроцька, Н.В. Коржунова. - Донецьк: ТОВ "Юго-Восток, Лт", 2008. - 455 с.
3. Продуктивність водоресурсних джерел України: теорія і практика / Під заг. ред. чл. кор. НАН України, д.е.н., проф. Б.М. Данилишина. - К., 2007. - 412 с.
4. Гідрохімія України: підручник для вищих навчальних закладів з гідрологічним, гідрохімічним та гідроекологічним підготовки фахівців / Л.М. Горев, В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. - К.: Вища школа, 1995. - 307 с.
5. Основи гідрохімії: підручник для вищих навчальних закладів з гідрологічним, гідрохімічним та гідроекологічним підготовки фахівців / В.К. Хільчевський, В. І. Осадчий, С. М. Курило. - К.: Ніка-Центр. - 2012. - 312 с.
6. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. - Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут. - К.: Наукова думка, 2007. - 456 с.
7. Набиванець Б.И., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища: Підручник - К.: Либідь, 1996. - 304 с.
8. Abbasi T., Abbasi S.A. Water quality indices. – Amsterdam: Elsevier Sci Ltd, 2012. – 384 pp.

Додаткова література

1. ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.

2. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 26 с.
3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» : ДСанПіН 2.2.4-171-10. [Чинний від 2010-05-12]. – К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2010.
4. КНД 211.1.4.010-94. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Методика. – К.: Мінекобезпеки України, 1994. – 27 с.
5. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. – Х.: УкрНДІЕП. – 2012. – 37 с.
6. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. СОУ-05.01.-37-385:2006. Стандарт Мінагрополітики України. - К.: Міністерство аграрної політики України, 2006. – 7 с.
7. Відомчий нормативний документ ВНД 33-5.5-02-97 “Якість води для зрошення. Екологічні критерії”. – Держкомітет України по водному господарству. – Харків, 1998. – 15 с.
8. Hein H., Schwedt G. Richt- und Grenzwerte Wasser-Boden-Abfall-Chemikalien-Luft. – Vogel, 1992. – 250 s.
9. Interim Canadian Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites: Report CCNE EPS-Cs 34. – Winnipeg, Manitoba, 1991. – 20 p.
10. Normes francaises pour l'eau potable: Decret №91-257 du 7-3-1991 modifiant le decret №89-3 du 3-1-1989.

10. Інформаційні ресурси

1. Water Quality Index Calculator. [Electron source]. Available at: <http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>.
2. Canadian Federal environmental quality guidelines. Chemical safety. [Electron source]. – Available at: <https://www.canada.ca/en/health-canada/topics/chemical-safety.html>.
3. Chapter 2.Strategies for water quality assessment.- In: Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediment sand Water in Environmental Monitoring – Second Edition Edited by Deborah Chapman. – 1996. - [Electron source]. – Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter2.pdf?ua=1.
4. Ayers R.S. Water quality for agriculture. - Available at: <http://www.fao.org/3/T0234E/T0234E00.htm>.
- 5.WHO. Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum. – 2017. – 631 p. - Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en.
- 6.World Bank. Environmentally and socially sustainable development. Rural Development. Source Water Quality for Aquaculture A Guide for Assessment. -Available at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/155761468765896423/pdf/multi0page.pdf>.