

Практичне заняття

Оцінка якості природних вод

Питання для повторювання

Категорії поверхневих водойм. Вимоги до якості очистки води. документи, що регламентують якість водопідготовки.

Мета заняття - набуття умінь давати санітарно-гігієнічні висновки про якість питної води і джерел господарсько-питного водопостачання за результатами аналізів води та даним санітарно-топографічної характеристики вододжерела і розробляти заходи щодо поліпшення якості води.

Завдання. Вирішити ситуативні завдання:

- а) за оцінкою джерел централізованого і нецентралізованого господарсько-питного водопостачання;
- б) за оцінкою якості питної води.

При вирішенні завдань визначити необхідні заходи щодо поліпшення якості води та її знезараження.

Навчальний матеріал для виконання завдання

ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, що призначена для споживання людиною" регламентує *показники, що характеризують безпеку хімічного складу води* за:

- 1) вмістом шкідливих хімічних речовин, що найчастіше зустрічаються в природних водах на території України, а також речовин антропогенного походження, що набули глобального поширення;
- 2) вмістом шкідливих хімічних речовин, що поступили та утворилися в воді в процесі її обробки в системі водопостачання;
- 3) вмістом шкідливих хімічних речовин, що поступили в джерела водопостачання внаслідок господарської діяльності людини.

Перші дві групи охоплюють токсичні речовини, що чинять безпосередній вплив на організм людини. Показники хімічного складу дані тільки для речовин, що зустрічаються в природних водах або додаються до води в процесі її обробки. Концентрація хімічних речовин не повинна перевищувати

Таблиця 1.2 – Фізико-хімічні показники безпеки і якості питної води

N з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5	6
а) неорганічні компоненти					
1.	Водневий показник	одиниці рН	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5 ($\geq 4,5$) ⁵
2.	Діоксид вуглецю	%	не визнач.	не визнач.	0,2 - 0,3 - для слабогазованої, 0,31 - 0,4 - для середньогазованої, 0,41 - 0,6 - для сильногаз.
3.	Залізо загальне	мг/дм ³	$\leq 0,2$ (1,0) ¹	$\leq 1,0$	$\leq 0,2$
4.	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	$\leq 7,0$ (10,0) ¹	$\leq 10,0$	$\leq 7,0$
5.	Загальна лужність	ммоль/дм ³	не визнач.	не визнач.	$\leq 6,5$
6.	Йод	мкг/дм ³	не визнач.	не визнач.	≤ 50
7.	Кальцій	мг/дм ³	не визнач.	не визнач.	≤ 130
8.	Магній	мг/дм ³	не визнач.	не визнач.	≤ 80
9.	Марганець	мг/дм ³	$\leq 0,05$ (0,5) ¹	$\leq 0,5$	$\leq 0,05$
10.	Мідь	мг/дм ³	$\leq 1,0$	не визнач.	$\leq 1,0$
11.	Поліфосфати (за PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³	$\leq 3,5$	не визнач.	$\leq 0,6$ (3,5) ⁴
12.	Сульфати	мг/дм ³	≤ 250 (500) ¹	≤ 500	≤ 250

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4	5	6
13.	Сухий залишок	мг/дм ³	≤ 1000 (1500) ¹	≤ 1500	≤ 1000
14.	Хлор залишковий вільний	мг/дм ³	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$< 0,05$
15.	Хлориди	мг/дм ³	≤ 250 (350) ¹	≤ 350	≤ 250
16.	Цинк	мг/дм ³	$\leq 1,0$	не визнач.	$\leq 1,0$
б) органічні компоненти					
17.	Хлор залишковий зв'язаний	мг/дм ³	$\leq 1,2$	$\leq 1,2$	$< 0,05$

Таблиця 1.3 – Санітарно-токсикологічні показники безпеки та якості питної води

N з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5	6
а) неорганічні компоненти					
1.	Алюміній**	мг/дм ³	≤ 0,20 (0,50) ²	не визнач.	≤ 0,1
2.	Амоній	мг/дм ³	≤ 0,5 (2,6) ¹	≤ 2,6	≤ 0,1 (0,5) ⁴
3.	Діоксид хлору	мг/дм ³	≤ 0,1	не визнач.	не визнач.
4.	Кадмій**	мг/дм ³	≤ 0,001	не визнач.	≤ 0,001
5.	Кремній**	мг/дм ³	≤ 10	не визнач.	≤ 10
6.	Миш'як**	мг/дм ³	≤ 0,01	не визнач.	≤ 0,01
7.	Молібден**	мг/дм ³	≤ 0,07	не визнач.	≤ 0,07
8.	Натрій**	мг/дм ³	≤ 200	не визнач.	≤ 200
9.	Нітрати (по NO ₃)	мг/дм ³	≤ 50,0	≤ 50,0	≤ 10 (50) ⁴
10.	Нітриди**	мг/дм ³	≤ 0,5 (0,1) ³	≤ 3,3	≤ 0,5 (0,1) ⁷
11.	Озон залишковий	мг/дм ³	0,1 - 0,3	не визнач.	не визнач.
12.	Ртуть*	мг/дм ³	≤ 0,0005	не визнач.	≤ 0,0005
13.	Свинець**	мг/дм ³	≤ 0,010	не визнач.	≤ 0,010
14.	Срібло**	мг/дм ³	не визнач.	не визнач.	≤ 0,025
15.	Фториди**	мг/дм ³	для кліматичних зон: IV ≤ 0,7 III ≤ 1,2 II ≤ 1,5	≤ 1,5	для кліматичних зон: IV ≤ 0,7 III ≤ 1,2 II ≤ 1,5

1	2	3	4	5	6
16.	Хлорити	мг/дм ³	≤ 0,2	не визнач.	не визнач.
б) органічні компоненти					
17.	Поліакриламід ** залишковий	мг/дм ³	≤ 2,0	не визнач.	< 0,2
18.	Формальдегід **	мг/дм ³	≤ 0,05	не визнач.	≤ 0,05
19.	Хлороформ**	мкг/дм ³	≤ 60	не визнач.	≤ 6
в) інтегральний показник					
20.	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 2,0 (5,0) ⁴

¹ Норматив, зазначений у дужках, установлюється в окремих випадках за погодженням з головним державним санітарним лікарем відповідної адміністративної території.

² Норматив, зазначений у дужках, установлюється для питної води, обробленої реагентами, що містять алюміній.

³ Норматив, зазначений у дужках, установлюється для обробленої питної води.

⁴ Норматив, зазначений у дужках, установлюється для питної води фасованої газованої, питної води з пунктів розливу та бюветів.

⁵ рН для газованої питної води.

⁶ Норматив встановлюється виключно для питної води фасованої. Для питної води з пунктів розливу та бюветів норматив встановлюється за кліматичними зонами.

⁷ Норматив, зазначений у дужках, установлюється для негазованої питної води.

* Речовини I класу небезпеки.

** Речовини II класу небезпеки.

Примітки:

1. У водопровідній питній воді визначаються:

- хлороформ – якщо питна вода з поверхневих вододжерел;
- хлор залишковий вільний та зв'язаний, озон, поліакриламід – у разі застосування в процесі водопідготовки відповідних реагентів;
- формальдегід - у разі озонування води в процесі водопідготовки;
- діоксид хлору та хлорити – у разі обробки води діоксидом хлору в процесі водопідготовки.

2. У питній воді фасованій, з пунктів розливу та бюветів визначаються:

- хлороформ – якщо вода хлорується в процесі водопідготовки або використовується хлорована вихідна вода;
- формальдегід – у разі озонування води в процесі водопідготовки або якщо використовується озонована вихідна вода;
- срібло та діоксид вуглецю – у разі застосування в процесі водопідготовки відповідних реагентів чи речовин;
- поліакриламід – у разі використання в процесі водопідготовки водопровідної питної води з поверхневого джерела питного водопостачання.

Таблиця 1.4 – Санітарно-хімічні показники безпеки та якості питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5	6
1. Фізико-хімічні показники					
органічні компоненти					
1.	Нафто-продукти	мг/дм ³	≤ 0,1	не визнач.	< 0,01
2.	ПАР аніонні	мг/дм ³	≤ 0,5	не визнач.	< 0,05
3.	Феноли леткі	мг/дм ³	≤ 0,001	не визнач.	< 0,0005
4.	Хлорфеноли	мг/дм ³	≤ 0,0003	не визнач.	≤ 0,0003
2. Санітарно-токсикологічні показники					
а) неорганічні компоненти					
5.	Кобальт**	мг/дм ³	≤ 0,1	не визнач.	≤ 0,1
6.	Нікель	мг/дм ³	≤ 0,02	не визнач.	≤ 0,02
7.	Селен**	мг/дм ³	≤ 0,01	не визнач.	≤ 0,01
8.	Хром загальний	мг/дм ³	≤ 0,05	не визнач.	≤ 0,05
9.	Берилій*	мг/дм ³	≤ 0,0002	не визнач.	≤ 0,0002
10.	Бор**	мг/дм ³	≤ 0,5	не визнач.	≤ 0,5
11.	Стронцій**	мг/дм ³	≤ 7,0	не визнач.	≤ 7,0
12.	Сурма**	мг/дм ³	≤ 0,005	не визнач.	≤ 0,005
13.	Ціаніди**	мг/дм ³	≤ 0,050	не визнач.	≤ 0,050
б) органічні компоненти					
14.	Бенз(а)пірен*	мкг/дм ³	≤ 0,005	не визнач.	< 0,002
15.	Дибромхлорметан**	мкг/дм ³	≤ 10	не визнач.	≤ 1
16.	Пестициди ^{1,2}	мг/дм ³	≤ 0,0001	не визнач.	≤ 0,0001
17.	Пестициди ^{1,3} (сума)	мг/дм ³	≤ 0,0005	не визнач.	≤ 0,0005
18.	Тригалогенметани ⁴ (сума)	мкг/дм ³	≤ 100	не визнач.	≤ 10 ²
19.	Бензол**	мг/дм ³	≤ 0,001	не визнач.	≤ 0,001
20.	1,2-дихлоретан**	мкг/дм ³	≤ 3	не визнач.	≤ 0,3
21.	Тетрахлорвуглець**	мкг/дм ³	≤ 2	не визнач.	≤ 0,2
22.	Трихлоретилен** та тетрахлоретилен** (сума)	мкг/дм ³	≤ 10	не визнач.	≤ 1

1	2	3	4	5	6
в) інтегральний показник					
	Загальний органічний вуглець	мг/дм ³	≤ 8,0***	не визнач.	≤ 3,0

¹ Пестициди включають органічні інсектициди, органічні гербіциди, органічні фунгіциди, органічні нематоциди, органічні акарициди, органічні альгіциди, органічні родентициди, органічні слімициди, споріднені продукти (серед них регулятори росту) та їх метаболіти, продукти реакції та розпаду. Перелік пестицидів, що визначаються у питній воді, встановлюється в кожному конкретному випадку та повинен включати тільки ті пестициди, що можуть знаходитись в джерелі питного водопостачання.

² Норматив для кожного окремого пестициду. У разі наявності в джерелі питного водопостачання алдрину, діелдрину, гептахлориду та гептахлорепоксиду їх вміст у питній воді повинен становити не більше ніж 0,03 мкг/дм³ для кожної з цих речовин.

³ Сума пестицидів визначається як сума концентрацій кожного окремого пестициду.

⁴ Сума тригалогенметанів визначається як сума концентрацій хлороформу, бромформу, дибромхлорметану та бромдихлорметану.

* Речовини I класу небезпеки.

** Речовини II класу небезпеки.

*** Не визначається на підприємствах питного водопостачання з об'ємом виробництва питної води менше 10000 м³ на добу.

Примітки:

1. Тригалогенметани та дибромхлорметан визначаються у водопровідній питній воді з поверхневих вододжерел, а також у питній воді фасованій, з пунктів розливу та бюветів – у разі якщо вода хлорується в процесі водопідготовки або використовується хлорована вихідна вода.

2. 1,2 - дихлоретан, тетрахлорвуглець, трихлоретилен та тетрахлоретилен (сума) визначаються у водопровідній питній воді з поверхневих вододжерел, а також у питній воді фасованій, з пунктів розливу та бюветів – у разі якщо вода хлорується в процесі водопідготовки або використовується хлорована вихідна вода.

3. Загальний органічний вуглець може визначатись замість перманганатної окиснюваності.

При виявленні в питній воді декількох хімічних речовин, що відносяться до 1-го і 2-го класів небезпеки і нормованих за санітарно-токсикологічній ознаці шкідливості, сума відношень виявлених концентрацій кожного з них у воді до величини його ГДК не має бути більше 1. Розрахунок ведеться за формулою:

$$\frac{C_{\text{факт.}}^1}{C_{\text{доп.}}^1} + \frac{C_{\text{факт.}}^2}{C_{\text{доп.}}^2} + \dots + \frac{C_{\text{факт.}}^n}{C_{\text{доп.}}^n} < 1,$$

де C^1, C^2, C^n – концентрації індивідуальних хімічних речовин 1-го і 2-го класів небезпеки;

факт. – фактична; *доп.* – допустима.

Показники безпеки води в епідеміологічному відношенні

Безпека питної води в епідеміологічному відношенні визначається її відповідністю нормативам за мікробіологічними і паразитологіям показниками, представленими в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Мікробіологічні і паразитологічні показники безпеки води в епідеміологічному відношенні

N з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5	6
1. Мікробіологічні показники					
1.	Загальне мікробне число при t 37°C – 24 год*	КУО/см ³	≤ 100 (≤ 50)**	не визнач.	≤ 20*****
2.	Загальне мікробне число при t 22°C – 72 год	КУО/см ³	не визнач.	не визнач.	≤ 100*****
3.	Загальні коліформи***	КУО/100 см ³	відсутність	≤ 1	відсутність
4.	E.coli***	КУО/100 см ³	відсутність	відсутність	відсутність
5.	Ентерококи***	КУО/100 см ³	відсутність	не визнач.	відсутність
6.	Синьогнійна паличка (Pseudomonas aeruginosa)	КУО/100 см ³	не визнач.	не визнач.	відсутність
7.	Патогенні ентеробактерії	наявність в 1 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність
8.	Коліфаги****	БУО/дм ³	відсутність	відсутність	відсутність
9.	Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	наявність в 10 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність

1	2	3	4	5	6
10.	Патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидія кишкового та інші	клітини, цисти в 50 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність
2. Паразитологічні показники					
11.	Кишкові гельмінти	клітини, яйця, личинки в 50 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність

* Для 95 % проб води, відібраних з водопровідної мережі, що досліджувались протягом року.

** Через 10 років з часу набрання чинності Санітарними нормами.

*** Для 98 % проб води, відібраних з водопровідної мережі, що досліджувались протягом року.

**** Визначають додатково у питній воді з поверхневих вододжерел у місцях її надходження з очисних споруд в розподільну мережу, а також в ґрунтових водах.

***** Визначають під час виробничого контролю перед розливом питної води у тару.

Примітка:

Дослідження питної води з поверхневих вододжерел чи ґрунтової води за показниками, передбаченими пунктами 7 та 9, проводяться у разі виявлення в двох послідовно відібраних пробах води загальних коліформ, *E.coli*, ентерококів чи коліфагів (тп. 3, 4, 5 та 8), а дослідження питної води з підземних артезіанських і міжшарових безнапірних водоносних шарів за показниками, передбаченими тп. 7, 8 та 9, проводяться у разі виявлення в двох послідовно відібраних пробах води загальних коліформ, *E.coli* чи ентерококів (тп. 3, 4, 5). При цьому дослідження води на вміст збудників інфекційних хвороб вірусної етіології проводяться у разі виявлення в її пробах коліфагів, а на вміст збудників бактеріальної етіології - у разі виявлення в її пробах загальних коліформ, *E.coli* чи ентерококів.

При дослідженні мікробіологічних показників якості питної води в кожній пробі проводиться визначення термотолерантних коліформних бактерій, загальних коліформних бактерій, загального мікробного числа і коліфагів.

При виявленні в пробі питної води термотолерантних коліформних бактерій і коліфагів проводиться їх визначення в повторно узятих в екстремому порядку пробах води. У таких випадках для виявлення причин забруднення

одночасно проводиться визначення хлоридів, азоту амонійного, нітратів і нітриту.

Визначення патогенних бактерій кишкової групи і ентеровірусів проводиться також у разі виявлення в повторно взятих пробах води загальних колиформних бактерій в кількості більше 2 в 100 мл або термотолерантних бактерій і колифагів. Дане дослідження може проводитися і за епідеміологічними свідченнями.

Вміст E.coli або термотолерантних колиформних організмів не повинно бути в пробах (об'ємом 100 мл) води, призначеної для питних цілей. Цей критерій легко забезпечується при сучасних способах очищення води.

Загальне мікробне число (тобто кількість сапрофітів в 1 мл води) є непрямим показником, оскільки характеризує загальний вміст мікробів у воді без їх якісної характеристики. Загальне мікробне число зазвичай збільшується під час попадання до води поверхневих, зливових стоків, побутових стічних вод, тому воно може побічно свідчити про забруднення води.

Група мікроорганізмів кишкової палички в даний час розглядається як санітарний показник, що вказує на забруднення води фекаліями, що вже само по собі є небезпечним. Джерелом появи цієї групи мікроорганізмів можуть бути бактеріоносії, хворі з різними інфекційними захворюваннями (черевного тифу, дизентерії та ін.). Потрапляючи у воду, патогенні мікроорганізми важче піддаються виявленню: їх менше, ніж сапрофітних мікробів, вони менш стійкі в навколишньому середовищі, швидше гинуть. Негативний результат, отриманий при лабораторному аналізі води, не дає гарантії, що їх там дійсно немає, оскільки методи прямого виявлення патогенних бактерій кишкової групи недостатньо досконалі. Тому виявлення у воді колиформних бактерій, термотолерантних бактерій, коли-фага в 100 мл повинно розглядуватися як забруднення води, небезпечне в епідеміологічному відношенні, незалежно від того, чи сталося воно унаслідок недостатності обробки води джерела на головних спорудах водопроводу або забруднення обробленої води в розподільній мережі.

Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води представлені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води
1.	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	1,5 – 7,0
2.	Загальна лужність	ммоль/дм ³	0,5 – 6,5
3.	Йод	мкг/дм ³	20 – 30
4.	Калій	мг/дм ³	2 – 20
5.	Кальцій	мг/дм ³	25 – 75
6.	Магній	мг/дм ³	10 – 50
7.	Натрій	мг/дм ³	2 – 20
8.	Сухий залишок	мг/дм ³	200 – 500
9.	Фториди	мг/дм ³	0,7 – 1,2

Завдання 1. Для постачання аптеки селища Заріччя, розташованого в кліматичному районі IV, передбачається підключення до існуючого водопроводу. Вода забирається з озера і на очисних спорудах піддається коагуляції, відстоюванню, фільтрації, хлоруванню. Результати відібраних з колонки проб води представлені в таблиці 1.8.

Таблиця – Аналіз водопровідної води

Показник	Дата аналіза	
	4 березня	26 березня
Запах, бали	1	1
Привкус, бали	Відсутній	Відсутній
Каламутність, мг/дм ³	Більше 25	Більше 25
Кольоровість, градуси	14	22
Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	6,3	6,9
Сухий залишок, мг/дм ³	345,0	196,0
Сульфати, мг/дм ³	180,0	95,0
Хлориди, мг/дм ³	136,0	140,0
Фтор, мг/дм ³	1,2	1,4
Загальна кількість мікроорганізмів в 1 мм ³	40	45
Колі-титр, см ³	300	350
Залишковий хлор, мг/дм ³	0,3	0,35
Цинк, мг/дм ³	0,2	0,2
Мідь, мг/дм	0,01	0,01

Дати висновок про якість води і у разі потреби запропонувати заходи щодо її поліпшення.

Рішення.

Вода відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 за органолептичними показниками, загальним вмістом розчинених солей і солей жорсткості. Сума

сульфатів і хлоридів, виражена в долях від максимально допустимих концентрацій кожної речовини, не перевищує $1 \left(\frac{180}{500} + \frac{140}{350} \right)$.

Оскільки колі-титр води рівний 300 і 350, а спільна кількість мікроорганізмів в 1 мм³ не більше 100, воду слід вважати за безпечну в епідеміологічному відношенні. Знезараження здійснюється надійно, оскільки залишковий вміст хлора складає не менше 0,3 мг/дм³. Звертає на себе увагу високе для кліматичного району IV вміст у воді фтору. З метою поліпшення якості необхідно воду піддати знефторюванню, щоб вміст фтору не перевищував 0,7 мг/дм³.

Питання для самоконтролю

1. За якими показниками встановлюється гранично допустима концентрація речовини у воді для водойм господарсько-питного і культурно-побутового водокористування?

2. За якими показниками встановлюється гранично допустима концентрація речовини у воді для водойм рибогосподарського водокористування?
3. Що означає загальносанітарний показник шкідливості?
4. Що означає органолептичний показник шкідливості?

Література

1. Василенко О.А. Рациональне використання та охорона водних ресурсів : навчальний посібник. Рівне :НУВПГ. 2006.246 с.
2. Хільчевський В.К. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник. Київ : ВПЦ "Київський університет", 2015. 172 с.
3. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: підручник. Київ, 2008. 735 с.
4. Хільчевський В. К. Основи гідрохімії : підручник. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.
5. Яцик А. В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління : підручник. Київ. : Генеза, 2007. 360 с.