

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**

до практичних робіт з дисципліни  
«Людина як споживач: екологічні аспекти»  
для студентів V курсу заочної форми навчання  
Рівень підготовки – спеціаліст

Спеціальність 7.04010601: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Одеса - 2013

Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Людина як споживач: екологічні аспекти» для студентів V курсу заочного факультету. Спеціальність 7.04010601: «Екологія та охорона навколишнього середовища». Для студентів заочної форми навчання. Кафедра прикладної екології Одеського державного екологічного університету / Укладач: ст. викл. Грабко Н.В. – Одеса: ОДЕКУ, 2013. - 43 с.

## ЗМІСТ

Вступ	4
1 Оцінка якості води для господарсько-питного водопостачання	5
1.1 Загальні положення	5
1.2 Методика оцінки якості вод господарсько-питного призначення	8
1.3 Контрольні запитання	10
1.4 Завдання для практичної роботи	11
1.5 Приклад розрахунків	11
2 Розрахунок багатосередовищного впливу на людину	14
2.1 Загальні положення	14
2.2 Оцінка впливу хрому на населення	14
2.3 Контрольні запитання	17
2.4 Завдання для практичної роботи	17
2.5 Приклад розрахунків	18
3 Визначення ризиків, пов'язаних із присутністю миш'яку у середовищі, що оточує людину	25
3.1 Загальні положення	25
3.2 Оцінка ризику впливу миш'яку на здоров'я населення	27
3.3 Контрольні запитання	30
3.4 Завдання для практичної роботи	31
3.5 Приклад розрахунків	33
Перелік посилань	38
Додаток	39

## ВСТУП

Дисципліна "Людина як споживач: екологічні аспекти" - належить професійно-орієнтовного циклу дисциплін і є різноплановою, мультидисциплінарною галуззю знань, яка розглядає проблеми екологічного характеру, які виникають в процесі життєдіяльності людини.

Метою методичних вказівок є ознайомлення студентів з окремими екологічними аспектами рекреаційної галузі, а також формування уявлень про методи розрахунку доз шкідливих речовин, які можуть потрапляти в організм людини різноманітними шляхами, і оцінки ризиків, пов'язаних з потраплянням цих речовин в організм.

Для виконання практичних робіт студент має знати основні метеорологічні елементи, мати уявлення про їх можливий вплив на організм людини. Також мати уявлення про вплив на організм окремих важких металів, зокрема хрому і формально віднесеного до важких металів миш'яку.

Студент має вміти оцінювати несприятливі погодні умови, оцінювати комплексні показники погоди, оцінювати дозові показники накопичення важких металів в організмі та оцінювати канцерогенний ризик, пов'язаний з накопиченням цих металів.

# 1 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

## 2.1 Загальні положення

Відповідно до Водного кодексу України оцінка якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування і екологічних нормативів якості води водних об'єктів [1]. Для оцінки якості води господарсько-питного призначення використовують такі нормативні документи: ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством" [2] і ДержСанПіН "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води" № 383 [3].

Діючі нормативи дозволяють оцінити якість води, використовуваної для комунально-побутового і господарсько-питного водокористування (а також для рибогосподарського водокористування).

До господарсько-питного водокористування відноситься використання водних об'єктів як джерела господарсько-питного водопостачання і для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До комунально-побутового водокористування відноситься використання водних об'єктів для купання, заняття спортом і відпочинку.

Нормативну базу оцінки якості води складають загальні вимоги до складу і властивостей води і значення гранично допустимих концентрацій речовин у воді водних об'єктів.

Загальні вимоги визначають допустимі склад і властивості води, оцінювані найважливішими фізичними, бактеріологічними і узагальненими хімічними показниками. Вони можуть задаватися у вигляді конкретної величини, зміни величини показника в результаті дії зовнішніх факторів або як якісна характеристика показника (загальні вимоги до якості вод надані у табл. 1.1) [4].

Всі речовини по характеру своєї негативної дії підрозділяються на групи. Кожна група об'єднує речовини однакової ознаки дії, яку називають ознакою шкідливості. Одна і та ж речовина при різних концентраціях може проявляти різні ознаки шкідливості. Ознака шкідливості, яка має місце при мінімальній концентрації речовини, називають лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ).

У речовин, що присутні в водних об'єктах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування розрізняють три ЛОШ:

- органолептичний;
- загальносанітарний;
- санітарно-токсикологічний.



Продовження табл. 1.1

1	2	3
Температура	Літня температура води у результаті скиду стічних вод не повинна підвищуватись більш, ніж на 3 °С порівняно з середньомісячною температурою води найбільш спекотного місяця року за останні 10 років.	
рН	Не повинен виходити за межі 6,5-8,5.	
Мінералізація	Не більш 1000 мг/м <sup>3</sup> у тому числі хлоридів - 250 (350) мг/дм <sup>3</sup> сульфатів - 250 (500) мг/дм <sup>3</sup>	Нормується згідно наведеного вище показника "присмаки"
Розчинний кисень	Не повинен бути менш за 4 мг/м <sup>3</sup> у будь-який період року.	
БСКповн	Не повинне перевищувати при температурі 20 0С 3 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> не нормується	
ХСК	Не повинен перевищувати 15 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> 30 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	
Хімічні речовини	Не повинні міститись у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності із правилами охорони поверхневих вод	
Збудники хвороб	Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших	
Лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП), не більш	не більш за 3 в 1 дм <sup>3</sup>	не більш за 3 в 1 дм <sup>3</sup>
Коліфаги (у бляшкоутворюючих одиницях) не більш	відсутність	відсутність

При оцінці якості води у водоймищах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування враховують також клас небезпеки речовини. Його визначають залежно від токсичності, кумулятивності, мутагенності і ЛОШ речовини. Розрізняють чотири класи небезпеки речовин:

- перший - надзвичайно небезпечні;
- другий - високонебезпечні;
- третій - небезпечні;
- четвертий - помірнонебезпечні.

ГДК певних речовин у воді водних об'єктів, що використовуються для господарсько-питних та комунально-побутових потреб, їх ЛОШ, а також клас небезпеки надано у табл. 1.2 [2-5].

Під час оцінки якості води враховується принцип адитивності - односпрямованої дії. Відповідно до цього принципу приналежність декількох речовин до одного і того ж ЛОШ виявляється в підсумовуванні їх негативної дії.

Розглянуті норми якості води повинні виконуватися:

- для водотоків комунально-побутового і господарсько-питного водокористування - на ділянках від пункту водокористування до контрольного створу, розташованого на відстані не менше одного кілометра вище за течією від цього пункту водокористування;
- для водоймищ комунально-побутового і господарсько-питного водокористування - на акваторії в радіусі не менше одного кілометра від пункту водокористування.

## 1.2 Методика оцінки якості вод господарсько-питного призначення

Оцінка якості води з погляду екологічної безпеки водокористування проводиться по такій методиці [1-3, 5].

Водні об'єкти вважаються придатними для комунально-побутового і господарсько-питного водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови:

- не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води для відповідної категорії водокористування;
- для речовин, що належать до третього і четвертого класів небезпеки, виконується умова:

$$C_i \leq ГДК_i, \quad (1.1)$$

де  $C_i$  - концентрація речовини у водному об'єкті, мг/м<sup>3</sup>;

Таблиця 1.2 - Гігієнічні ГДК деяких речовин

№ п/п	Речовина	ЛОШ	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>	Клас небезпеки
1	Аміак (по азоту)	сан.-токс.	2,0	3
2	Алюміній	сан.-токс.	0,2 (0,5)	2
3	Ацетон	загаль.-сан.	2,2	3
4	Барій	сан.-токс.	0,1	2
5	Бенз(а)пірен	сан.-токс.	0,000005	1
6	Залізо	органолепт.	0,3	3
7	Ізопрен	органолепт.	0,005	4
8	Кадмій	сан.-токс.	0,001	2
9	Кальцій	не нормується		
10	Магній	не нормується		
11	Марганець	органолепт.	0,1	3
12	Миш'як	сан.-токс.	0,05	2
13	Мідь	органолепт.	1,0	3
14	Молібден	сан.-токс.	0,25	2
15	Нафта	органолепт.	0,3	4
16	Нітрати (по азоту)	сан.-токс.	45,0 (10,0)	3
17	Нітрити(по азоту))	сан.-токс.	3,3 (1,0)	2
18	Нікель	сан.-токс.	0,1	3
19	Свинець	сан.-токс.	0,03	2
20	Селен	сан.-токс.	0,001	2
21	Сульфати	органолепт.	250 (500)	4
22	Трибутилолово	сан.-токс.	0,0002	1
23	Фенол	органолепт.	0,001	4
24	Фтор	сан.-токс.	1,5	2
25	Хлориди	органолепт.	250 (350)	4
26	Хром <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	органолепт.	0,1	3
27	Цинк	загаль.-сан.	1,0	3

- для речовин, що належать до першого і другого класів небезпеки, виконується умова [1,2]:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1 \quad (1.2)$$

де  $C_i$  і  $ГДК_i$  - відповідно концентрація і  $ГДК$   $i$ -ї речовини першого або другого класу небезпеки.

Також умова (1.2) має виконуватися, якщо група хімічних речовин, що знаходяться у воді, належать до одного ЛОШ [3-5].

Послідовність оцінки якості вод має такий вигляд:

- для усіх показників якості досліджуваної води виписують  $ГДК$ , ЛОШ і клас небезпеки;
- показники якості води розподіляються на дві частини: перша - показники без ефекту спільно дії; друга - з ефектом спільної дії;
- у відповідності до норм якості води для першої частини показників значення кожного окремого показника має бути не більшим за норматив - за санітарними нормами це показники, які не мають ЛОШ, або належать до 1 і 2 класу небезпеки;
- показники другої частини об'єднують у групи по ЛОШ, для кожної групи розраховується показник за формулою 1.2, значення якого мають бути не більш ніж одиниця.

Якщо вимоги норм якості води не виконуються хоча б по одному з показників, то водний об'єкт або його ділянка вважаються забрудненими [1-3,5].

### 1.3 Контрольні запитання

1. Які існують види водокористування?
2. Які нормативні документи дозволяють оцінювати якість вод господарсько-питного призначення?
3. Що таке ЛОШ?
4. Які існують ЛОШ у речовин, що присутні в водних об'єктах господарчо-питного призначення?
5. Які існують класи небезпеки у речовин, що забруднюють водне середовище?
6. Які вимоги до вмісту забруднювальних речовин у водному середовищі повинні виконуватися у відповідності до норм якості

води?

7. Як роблять оцінку якості води для господарчо-питного і комунально-побутового водокористування?
8. Де призначають контрольні створи для відбору проб води і оцінки її якості?

#### 1.4 Завдання для практичної роботи

1. Отримати у викладача варіант з вихідними даними для виконання роботи (додаток).
2. Оцінити якість води для потреб господарсько-питного водокористування.
3. Проміжні результати розрахунків занести у таблицю 1.3.
4. Скласти письмовий звіт про відповідність якості води вимогам діючих нормативних документів.

Таблиця 1.3 - Оцінка якості води для господарсько-питного водокористування

ЛОШ	Клас	Показник	Значення показника (Ci)	Норматив (ГДКі)	$\frac{Ci}{ГДКі}$
1	2	3	4	5	6

#### 2.5 Приклад розрахунків

В ріку протягом певного часу скидаються стічні води ряду промислових підприємств. Місто, що знаходиться нижче за течією, розглядає можливість використання вод з ріки для господарсько-питних цілей. Слід визначити, чи придатна вода з ріки для господарсько-питного використання, або треба проводити попередню обробку води.

##### Результати розрахунків:

Під час оцінки якості води слід враховувати, що

- температура води в річці в найбільш спекотний місяць протягом останніх 10 років не перевищувала 25 °С;
- фоновий рівень завислих речовин складає 2,0 мг/м<sup>3</sup>.

Показники якості води в досліджуваному водному об'єкті надано у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Значення показників якості води в річці

№ пп	Показник	Значення	№ пп	Показник	Значення
1	Температура, °С	15,1	18	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,015
2	Запах, бали	1,0	19	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0,003
3	Розчинений О <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	4,1	20	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,04
4	Завислі реч-ни, мг/дм <sup>3</sup>	1,82	21	Молібден, мг/дм <sup>3</sup>	0,030
5	БСК, мг/дм <sup>3</sup>	1,9	22	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,040
6	ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	14,0	23	Нітрати (по N) , мг/дм <sup>3</sup>	12,5
7	pH	7,6	24	Нітрити(по N) , мг/дм <sup>3</sup>	0,051
8	Азот амонійн., мг/дм <sup>3</sup>	0,77	25	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,003
9	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup>	0,049	26	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,007
10	Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	0,32	27	Селен, мг/дм <sup>3</sup>	4·10 <sup>-5</sup>
11	Барій, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	28	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	157,7
12	Бенз(а)пірен, мг/дм <sup>3</sup>	5·10 <sup>-7</sup>	29	Трибутилолово, мг/дм <sup>3</sup>	1·10 <sup>-6</sup>
13	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,20	30	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	8·10 <sup>-5</sup>
14	Ізопрен, мг/дм <sup>3</sup>	6·10 <sup>-5</sup>	31	Фториди, мг/дм <sup>3</sup>	0,50
15	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	32	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	42,2
16	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	80,5	33	Хром <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,012
17	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	41,9	34	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,08

Оцінка якості води виконується у формі, відповідно до табл. 1.3 за допомогою табл. 1.1 і 1.2.

Аналіз табл. 1.5 показує, що якість води не відповідає нормам господарсько-питного водокористування для групи речовин другого класу небезпеки, які усі належать до санітарно-токсикологічного ЛОШ (для них показник, розрахований відповідно до умови (1.2) дорівнює 1,087, тобто перевищує 1).

Тобто, можна зробити висновок, що вода ріки безпосередньо використовуватися городянами не може, а вимагає попередньої обробки.

Таблиця 1.5 - Оцінка якості води для господарсько-питного водокористування (приклад)

ЛОШ	Клас	Показник	Значення показн. (Сі)	Норматив (ГДКі)	$\frac{C_i}{ГДК_i}$
-	-	Температура, °С	15,1	28,0	-
-	-	Запах, бали	1,0	1,0	-
-	-	Розчинений O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	4,1	4,0	-
-	-	Завислі речов., мг/дм <sup>3</sup>	1,82	2,25	-
-	-	БСК, мг/дм <sup>3</sup>	1,9	3,0	-
-	-	ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	14,0	15,0	-
-	-	pH	7,6	6,5-8,5	-
сан.-токс.	3	Азот амонійн., мг/дм <sup>3</sup>	0,77	2,0	-
загаль.-сан.	3	Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	0,32	2,2	-
органолепт.	3	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,3	-
органолепт.	3	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,015	0,1	-
органолепт.	3	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,04	1,0	-
сан.-токс.	3	Нітрати (по N), мг/дм <sup>3</sup>	12,5	45,0	-
сан.-токс.	3	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,1	-
органолепт.	3	Хром 6+, мг/дм <sup>3</sup>	0,012	0,1	-
загаль.-сан.	3	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	1,0	-
-	-	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	80,5	не норм.	-
-	-	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	41,9	не норм.	-
органолепт.	4	Ізопрен, мг/дм <sup>3</sup>	0,00006	0,005	-
органолепт.	4	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,04	0,3	-
органолепт.	4	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	157,7	250 (500)	-
органолепт.	4	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	0,00008	0,001	-
органолепт.	4	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	42,2	250 (350)	-
сан.-токс.	1	Бенз(а)пірен, мг/дм <sup>3</sup>	0,0000005	0,000005	0,1
сан.-токс.	1	Трибутилолово, мг/дм <sup>3</sup>	0,000001	0,0002	0,005
-	-	-	-		Σ 0,105
сан.-токс.	2	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup>	0,049	0,2	0,245
сан.-токс.	2	Барій, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,1	0,030
сан.-токс.	2	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	0,00001	0,001	0,010
сан.-токс.	2	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,05	0,060
сан.-токс.	2	Молібден, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,25	0,120
сан.-токс.	2	Нітрити(по N), мг/дм <sup>3</sup>	0,051	3,3	0,016
сан.-токс.	2	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,007	0,03	0,233
сан.-токс.	2	Селен, мг/дм <sup>3</sup>	0,00004	0,001	0,040
сан.-токс.	2	Фториди, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	1,5	0,333
-	-	-	-		Σ1,087

## 2 РОЗРАХУНОК БАГАТОСЕРЕДОВИЩНОГО ВПЛИВУ НА ЛЮДИНУ

### 2.1 Загальні положення

Внаслідок антропогенної діяльності в навколишньому середовищі стали досить розповсюдженими багато важких металів, зокрема, такий елемент як хром.

Хром - з одного боку - життєво важливий мікроелемент, який приймає участь в регулюванні вуглеводного й жирового обміну, діяльності серцевого м'язу, судів, а з іншого боку є шкідливим токсикантом.

Джерелами потрапляння хрому у навколишнє середовище можуть бути викиди металургії, машинобудування, гальваніки, шкіряні, взуттєві, лакофарбні підприємства, викиди автомобілів.

Надлишкове споживання солодошів, лимонадів, макаронних виробів, білого хліба може призвести до дефіциту цієї речовини в організмі людини. Надлишкове потрапляння хрому в організм (особливо  $\text{Cr}^{6+}$ ) може призводити до анемії, алергій, астматичних бронхітів, контактних дерматозів і збільшувати ризик новоутворень ( $\text{Cr}^{6+}$  - це канцероген, що належить до першого класу небезпеки). Окрім специфічних ефектів, досить довгий контакт із сполуками хрому в великій кількості сприяє розвитку гепатитів, гастритів, вегето-невротичних розладів. Дефіцит хрому в організмі людини значно збільшує ризик розвитку атеросклерозу, цукрового діабету, порушення білкового обміну, може посилювати стомлюваність, призводить до появи неспокою, безсоння, головних болів, сприяє збільшенню ваги, підвищенню рівню холестерину в крові, розвитку ішемічної хвороби серця.

Досить небезпечним вважається вплив  $\text{Cr}^{6+}$  на вагітних жінок. При впливі цього важкого металу на зародок мають місце численні вроджені дефекти й мала вага новонародженого. При високих дозах це може призвести до мимовільного абортів та безпліддя (за результатами дослідів на тваринах). Вплив  $\text{Cr}^{6+}$  а також можливо і  $\text{Cr}^{3+}$  може виражатися і в різноманітних серйозних впливах на чоловічу репродуктивну систему, включаючи структурні пошкодження й безпліддя (за результатами дослідів людей і тварин).

### 2.2 Оцінка впливу хрому на населення

Постанова задачі: промислове підприємство роками здійснювало викиди в навколишнє середовище  $\text{Cr}^{6+}$  та інших важких металів, забруднюючи ґрунт, повітря та водні ресурси. Забруднення ґрунту і води призвело до зараження риби й їжі. Багато мешканців цього району прожили в цій місцевості все життя. Вони готують їжу з місцевих продуктів, воду

отримують з місцевих свердловин. Риби акумулювали хром від забрудненої води. Місцеве населення споживає рибу в великій кількості як головне джерело протеїну. Загальна формула для розрахунку дози  $Cr^{6+}$  має вигляд:

$$W = C * K / V, \quad (2.1)$$

де  $W$  - вплив (доза речовини, що поступає в організм людини), мг/кг\*день;

$C$  - концентрація речовини в середовищі;

$K$  - ступінь контакту;

$V$  - вага тіла, кг.

Загальні характеристики для визначення впливу речовини (ступінь контакту і вага тіла) на організм можна отримати з таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Характеристики передбачуваного впливу

Сценарій впливу	Рівень щоденного впливу у дорослих	Рівень щоденного впливу у дітей
Споживання рідини (водопровідна вода, їжа і соки, приготовані з використанням водопровідної води)	2 літри на добу	1 літр на добу (до 9 років)
Дихання - 24 години на день (для середнього рівня активності, тяжка праця збільшує дихання на 50 %)	20 м <sup>3</sup> 20,6 м <sup>3</sup> /8 годин зміни тяжкої праці	13 м <sup>3</sup> (10 років) 5 м <sup>3</sup> (1 рік)
Споживання їжі	1500 г мокрої ваги	1000 г мокрої ваги
Споживання риби/молюсків	37 г. (середнє) 225 г. (максимальне)	37 г. (середнє) 225 г. (максимальне)
Споживання ґрунту	100 мг	200 мг
Вага тіла	70 кг - середній 61 кг - жінка 18-25 років 65 кг - середня жінка 78 кг - середній чоловік	2,7 кг - новонароджений 12 кг - менш 3 років 17 кг - 3-6 років 24 кг - 6-9 років 36 кг - 9-12 років 51 кг - 12-15 років

Концентрації  $Cr^{6+}$  в навколишньому середовищі надано в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Концентрація  $\text{Cr}^{6+}$  в навколишньому середовищі

Варіант	Концентрація						
	Оточуюче повітря, мг/м <sup>3</sup>	Повітря на робочому місці, мг/м <sup>3</sup>	Вода, мг/л	Їжа, мг/кг	Риба, мг/кг	Місцевий ґрунт, мг/кг	Ґрунт в радіусі 1 км від заводу, мг/кг
1	0,0050	90	1,0	1,0	0,70	5,1	1510
2	0,0055	91	2,0	1,1	0,71	5,2	1520
3	0,0060	92	3,0	1,2	0,72	5,3	1530
4	0,0065	93	4,0	1,3	0,73	5,4	1540
5	0,0070	94	5,0	1,4	0,74	5,5	1550
6	0,0075	95	6,0	1,5	0,75	5,6	1560
7	0,0080	96	7,0	1,6	0,76	5,7	1570
8	0,0085	97	8,0	1,7	0,77	5,8	1580
9	0,0090	98	9,0	1,8	0,78	5,9	1590
10	0,0095	99	10,0	1,9	0,79	6,0	1600
11	0,0100	100	1,5	2,0	0,80	6,1	1610
12	0,0105	101	2,5	2,1	0,81	6,2	1620
13	0,0110	102	3,5	2,2	0,82	6,3	1630
14	0,0115	103	4,5	2,3	0,83	6,4	1640
15	0,0120	104	5,5	2,4	0,84	6,5	1650
16	0,0125	105	6,5	2,5	0,85	6,6	1660
17	0,0130	106	7,5	2,6	0,86	6,7	1670
18	0,0135	107	8,5	2,7	0,87	6,8	1680
19	0,0140	108	9,5	2,8	0,88	6,9	1690
20	0,0145	109	1,2	2,9	0,89	7,0	1700
21	0,0150	110	2,2	3,0	0,90	7,0	1710
22	0,0155	110	3,2	3,1	0,91	7,2	1720
23	0,0160	112	4,2	3,2	0,92	7,3	1730
24	0,0165	113	5,2	3,3	0,93	7,4	1740
25	0,0170	114	6,2	3,4	0,94	7,5	1750
26	0,0175	115	7,2	3,5	0,95	7,6	1760
27	0,0180	116	8,2	3,6	0,96	7,7	1770
28	0,0185	117	9,2	3,7	0,97	7,8	1780
29	0,0190	118	10,2	3,8	0,98	7,9	1790
30	0,0195	119	10,5	3,9	0,99	8,0	1800

## 2.3 Контрольні запитання

1. Яка біологічна роль хрому для організму людини?
2. Який негативний вплив здійснює хром на організм людини?
3. Які фактори впливають на зміст хрому в організмі людини?
4. Як впливає хром на організм вагітної жінки?
5. Як впливає хром на організм чоловіка?
6. Чи слід у вказаному випадку окремо аналізувати потрапляння хрому в організм людини із рибою? Чому?
7. Для яких вікових груп найбільш доцільно розраховувати загальний вплив хрому на організм?

## 2.4 Завдання для практичної роботи

1. Отримати у викладача варіант завдання, який складає значення концентрацій хрому у повітрі, воді, ґрунті та їжі, яку споживають люди.
2. Розрахувати дозу хрому, що попадає в організм дорослих і дітей такими шляхами:
  - через повітря;
  - через воду;
  - через їжу (окремо рибу);
  - через ґрунту.
3. Розрахунок проводити як для середнього випадку, так і для екстремального (вагітна жінка, яка працює на підприємстві). Для розрахунків використовувати формулу 2.1. Для викладення результатів використовувати табл. 2.3. Розрахувати сумарне значення дози хрому, що потрапляє в організм людини.
4. Проаналізувати отримані результати, порівнюючи надходження речовини в організм дітей і дорослих, а також різні шляхи потрапляння в організм.
5. Результати розрахунків (табл. вигляду 2.3) і аналізу представити у вигляді письмового звіту.

Таблиця 2.3 - Оцінка багатосередовищного впливу Cr<sup>6+</sup> на організм людини, мг/кг\*день

Вплив	Дитина певного віку				Середня людина	Вагітна жінка	Молодий чоловік
	2 роки	6 років	10 років	14 років			
Повітря (серед.)							
Повітря (макс.)	-	-	-	-			
Вода							
Їжа							
Риба (серед.)							
Риба (макс.)							
Грунт (серед.)							
Грунт (макс.)	-	-	-	-			
Разом (серед.)							
Разом (макс.)							

## 2.5 Приклад розрахунків

Концентрації Cr<sup>6+</sup> в досліджуваній зоні складають:

- Оточуюче повітря - 0,020 мг/м<sup>3</sup>
- Повітря на робочому місці - 200 мг/м<sup>3</sup>
- Вода - 12 мг/л
- Їжа - 4,0 мг/кг
- Риба - 1,0 мг/кг
- Місцевий ґрунт - 10,0 мг/кг
- Ґрунт в радіусі 1 км від заводу - 2000 мг/кг

*Вплив хрому через повітря.*

Спочатку слід шляхом інтерполяції розрахувати ступінь контакту дитини з повітрям. Це можна зробити шляхом інтерполяції. Дитина віком 1 рік споживає 5 м<sup>3</sup> повітря за добу, а віком 10 років - 13 м<sup>3</sup> повітря. А доросла людина (від віку 20 років) споживатиме 20 м<sup>3</sup> повітря щодобово.

Таким чином, дитина віком 2 роки буде щодобово споживати повітря у кількості

$$K = 13 \text{ м}^3 - (13 \text{ м}^3 - 5 \text{ м}^3)/(10 \text{ років} - 1 \text{ рік}) \cdot (10 \text{ років} - 2 \text{ роки}) = 5,9 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Дитина віком 6 років буде споживати

$$K = 13 \text{ м}^3 - (13 \text{ м}^3 - 5 \text{ м}^3)/(10 \text{ років} - 1 \text{ рік}) \cdot (10 \text{ років} - 6 \text{ роки}) = 9,4 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Дитина віком 10 років буде споживати 13 м<sup>3</sup> повітря кожної доби.

Дитина віком 14 років буде споживати

$$K = 20 \text{ м}^3 - (20 \text{ м}^3 - 13 \text{ м}^3)/(20 \text{ років} - 10 \text{ років}) \cdot (20 \text{ років} - 14 \text{ років}) = 15,8 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Середня людина, вагітна жінка та молодий чоловік щодобово споживають по 20 м<sup>3</sup> повітря, але якщо вони тяжко працюють, то слід врахувати, що за 8 годин робочої зміни вони споживають 20,6 м<sup>3</sup> повітря, а за останні години доби (24 години - 8 годин = 16 годин) вони будуть споживати повітря із розрахунку 20 м<sup>3</sup> за добу, тобто

$$K = 20,6 \text{ м}^3 + 20 \text{ м}^3 / 24 \text{ години} \cdot 16 \text{ годин} = 33,9 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Відповідно до табл. 2.1, вага дитини буде складати:

- для дитини віком 2 роки - 12 кг;
- для дитини віком 6 років - середнє між двома градаціями (17+24)/2=20,5 кг;
- для дитини віком 10 років - 36 кг;
- для дитини віком 14 років - 51 кг.

Для дорослих вага тіла складатиме (табл. 2.1):

- середня людина - 70 кг;

- вагітна жінка (молода жінка) - 61 кг;
- молодий чоловік - 78 кг.

Таким чином, використавши середню концентрацію хрому у повітрі міста (табл. 2.1), можна зробити розрахунок. Середній щодобовий вплив (доза) хрому в організмі становить:

- у дитини віком 2 роки  $W(\text{пов.сер.}) = 0,020 \text{ мг/м}^3 * 5,9 \text{ м}^3 / 12 \text{ кг} = 0,0098 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 6 років  $W(\text{пов.сер.}) = 0,020 \text{ мг/м}^3 * 9,4 \text{ м}^3 / 20,5 \text{ кг} = 0,0092 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 10 років  $W(\text{пов.сер.}) = 0,020 \text{ мг/м}^3 * 13 \text{ м}^3 / 36 \text{ кг} = 0,0072 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 14 років  $W(\text{пов.сер.}) = 0,020 \text{ мг/м}^3 * 15,8 \text{ м}^3 / 51 \text{ кг} = 0,0062 \text{ мг/кг}$ ;
- у середньої людини  $W(\text{пов.сер.}) = 0,020 \text{ мг/м}^3 * 20 \text{ м}^3 / 70 \text{ кг} = 0,0057 \text{ мг/кг}$ ;
- у вагітної жінки  $W(\text{пов.сер.}) = 0,020 \text{ мг/м}^3 * 20 \text{ м}^3 / 61 \text{ кг} = 0,0066 \text{ мг/кг}$ ;
- у молодого чоловіка  $W(\text{пов.сер.}) = 0,020 \text{ мг/м}^3 * 20 \text{ м}^3 / 78 \text{ кг} = 0,0051 \text{ мг/кг}$ .

Розрахунок максимального щодобового впливу (доза) хрому робиться для людини, яка тяжко працює на підприємстві (і протягом 8 годин знаходиться у повітрі робочої зони). Але слід враховувати, що діти не знаходяться на території робочої зони, тож розрахунок слід робити тільки для дорослих.

Максимальний вплив (доза) хрому на організм людини через повітря становить:

- для середньої людини  $W(\text{пов.макс.}) = 200 \text{ мг/м}^3 * 33,9 \text{ м}^3 / 70 \text{ кг} = 96,9 \text{ мг/кг}$ ;
- для вагітної жінки  $W(\text{пов.макс.}) = 200 \text{ мг/м}^3 * 33,9 \text{ м}^3 / 61 \text{ кг} = 111,1 \text{ мг/кг}$ ;
- для молодого чоловіка  $W(\text{пов.макс.}) = 200 \text{ мг/м}^3 * 33,9 \text{ м}^3 / 78 \text{ кг} = 86,9 \text{ мг/кг}$ .

Якщо розглядати вплив хрому *через питну воду*, то за табл. 2.1 дитина до 9 років споживає води 1 л/добу, а доросла людина - 2 л/добу. Тому для дітей у віці 2 і 6 років відповідне значення  $K = 1$  л/добу. Для дітей у віці 10 і 14 років слід зробити розрахунок шляхом інтерполяції:

- для дитини віком 10 років  $K = 2 \text{ л} - (2 \text{ л} - 1 \text{ л}) / (20 \text{ років} - 9 \text{ років}) * (20 \text{ років} - 10 \text{ років}) = 1,1 \text{ л}$ ;
- для дитини віком 14 років  $K = 2 \text{ л} - (2 \text{ л} - 1 \text{ л}) / (20 \text{ років} - 9 \text{ років}) * (20 \text{ років} - 14 \text{ років}) = 1,5 \text{ л}$ .

Вплив (доза) хрому на людей через питну воду становить:

- для дитини віком 2 роки  $W(\text{вод.}) = 12 \text{ мг/л} \cdot 1 \text{ л} / 12 \text{ кг} = 1 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 6 років  $W(\text{вод.}) = 12 \text{ мг/л} \cdot 1 \text{ л} / 20,5 \text{ кг} = 0,59 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 10 років  $W(\text{вод.}) = 12 \text{ мг/л} \cdot 1,1 \text{ л} / 36 \text{ кг} = 0,37 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 14 років  $W(\text{вод.}) = 12 \text{ мг/л} \cdot 1,5 \text{ л} / 51 \text{ кг} = 0,35 \text{ мг/кг}$ ;
- для середньої людини  $W(\text{вод.}) = 12 \text{ мг/л} \cdot 2 \text{ л} / 70 \text{ кг} = 0,34 \text{ мг/кг}$ ;
- для вагітної жінки  $W(\text{вод.}) = 12 \text{ мг/л} \cdot 2 \text{ л} / 61 \text{ кг} = 0,39 \text{ мг/кг}$ ;
- для молодого чоловіка  $W(\text{вод.}) = 12 \text{ мг/л} \cdot 2 \text{ л} / 78 \text{ кг} = 0,31 \text{ мг/кг}$ .

Розглядаючи вплив (дозу) хрому, що потрапляє в організм людини з їжею, слід визначити добову норму споживання їжі для дітей і дорослих (табл. 2.1) і концентрацію хрому у їжі (табл. 2.2). Споживання їжі для дітей і дорослих відповідно у середньому складає 1000 і 1500 г на добу. Оскільки ці значення надано в грамах, а формула 2.1 вимагає надання цієї інформації в кілограмах, то слід зробити відповідний перерахунок. Також слід врахувати, що в 14 років дитина споживає їжу як доросла.

Вплив (доза) хрому на людей через їжу (без риби) становить:

- для дитини віком 2 роки  $W(\text{їж.}) = 4,0 \text{ мг/кг} \cdot 1 \text{ кг} / 12 \text{ кг} = 0,33 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 6 років  $W(\text{їж.}) = 4,0 \text{ мг/кг} \cdot 1 \text{ кг} / 20,5 \text{ кг} = 0,20 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 10 років  $W(\text{їж.}) = 4,0 \text{ мг/кг} \cdot 1 \text{ кг} / 36 \text{ кг} = 0,11 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 14 років  $W(\text{їж.}) = 4,0 \text{ мг/кг} \cdot 1,5 \text{ кг} / 51 \text{ кг} = 0,12 \text{ мг/кг}$ ;
- для середньої людини  $W(\text{їж.}) = 4,0 \text{ мг/кг} \cdot 1,5 \text{ кг} / 70 \text{ кг} = 0,086 \text{ мг/кг}$ ;
- для вагітної жінки  $W(\text{їж.}) = 4,0 \text{ мг/кг} \cdot 1,5 \text{ кг} / 61 \text{ кг} = 0,098 \text{ мг/кг}$ ;
- для молодого чоловіка  $W(\text{їж.}) = 4,0 \text{ мг/кг} \cdot 1,5 / 78 \text{ кг} = 0,077 \text{ мг/кг}$ .

Вплив (доза) хрому за рахунок риби, споживання якої за табл. 2.1 складає 37 г/добу і для дітей, і для дорослих, і концентрація хрому в якій визначається за табл. 2.2, розраховують як для середнього, так і для максимального споживання. При цьому масу риби слід перерахувати з грамів в кілограми. Середній вплив складає:

- для дитини віком 2 роки  $W(\text{риб.сер.}) = 1,0 \text{ мг/кг} \cdot 0,037 \text{ кг} / 12 \text{ кг} = 0,0031 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 6 років  $W(\text{риб.сер.}) = 1,0 \text{ мг/кг} \cdot 0,037 \text{ кг} / 20,5 \text{ кг} = 0,0018 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 10 років  $W(\text{риб.сер.}) = 1,0 \text{ мг/кг} \cdot 0,037 \text{ кг} / 36 \text{ кг} = 0,0010 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 14 років  $W(\text{риб.сер.}) = 1,0 \text{ мг/кг} \cdot 0,037 \text{ кг} / 51 \text{ кг} = 0,0007 \text{ мг/кг}$ ;
- для середньої людини  $W(\text{риб.сер.}) = 1,0 \text{ мг/кг} \cdot 0,037 \text{ кг} / 70 \text{ кг} = 0,0005 \text{ мг/кг}$ ;
- для вагітної жінки  $W(\text{риб.сер.}) = 1,0 \text{ мг/кг} \cdot 0,037 \text{ кг} / 61 \text{ кг} = 0,0006 \text{ мг/кг}$ ;

- для молодого чоловіка  $W(\text{риб.сер.}) = 1,0 \text{ мг/кг} * 0,037 / 78 \text{ кг} = 0,0005 \text{ мг/кг}$ .

Максимальний вплив хрому на організм людини за рахунок споживання риби складає:

- для дитини віком 2 роки  $W(\text{риб.макс.}) = 1,0 \text{ мг/кг} * 0,225 \text{ кг} / 12 \text{ кг} = 0,0188 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 6 років  $W(\text{риб.макс.}) = 1,0 \text{ мг/кг} * 0,225 \text{ кг} / 20,5 \text{ кг} = 0,0110 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 10 років  $W(\text{риб.макс.}) = 1,0 \text{ мг/кг} * 0,225 \text{ кг} / 36 \text{ кг} = 0,0063 \text{ мг /кг}$ ;
- для дитини віком 14 років  $W(\text{риб.макс.}) = 1,0 \text{ мг/кг} * 0,225 \text{ кг} / 51 \text{ кг} = 0,0044 \text{ мг/кг}$ ;
- для середньої людини  $W(\text{риб.макс.}) = 1,0 \text{ мг/кг} * 0,225 \text{ кг} / 70 \text{ кг} = 0,0032 \text{ мг/кг}$ ;
- для вагітної жінки  $W(\text{риб.макс.}) = 1,0 \text{ мг/кг} * 0,225 \text{ кг} / 61 \text{ кг} = 0,0037 \text{ мг/кг}$ ;
- для молодого чоловіка  $W(\text{риб.макс.}) = 1,0 \text{ мг/кг} * 0,225 / 78 \text{ кг} = 0,0029 \text{ мг/кг}$ .

Потрапляння хрому в організм людини *із ґрунтом* шляхом мимовільного заглутування слід оцінювати як для місцевого ґрунту (середнє значення), так і для ґрунту на відстані 1 км від заводу (максимальне значення).

Значення "споживання" ґрунту визначають за табл. 2.1 (слід зробити перерахунок мг в кг), а концентрації хрому - за допомогою табл. 2.2.

Слід зазначити, що максимальні значення впливу (доза) хрому на організм людини за рахунок ґрунту, слід визначати тільки для тих, хто працює на підприємстві, тобто тільки для дорослих.

Середній вплив (доза) хрому на організм людини за рахунок ґрунту складає:

- для дитини віком 2 роки  $W(\text{гр.сер.}) = 10,0 \text{ мг/кг} * 0,0002 \text{ кг} / 12 \text{ кг} = 0,00017 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 6 років  $W(\text{гр.сер.}) = 10,0 \text{ мг/кг} * 0,0002 \text{ кг} / 20,5 \text{ кг} = 0,0,00010 \text{ мг/кг}$ ;
- для дитини віком 10 років  $W(\text{гр.сер.}) = 10,0 \text{ мг/кг} * 0,0002 \text{ кг} / 36 \text{ кг} = 0,00006 \text{ мг /кг}$ ;
- для дитини віком 14 років  $W(\text{риб.макс.}) = 10,0 \text{ мг/кг} * 0,0002 \text{ кг} / 51 \text{ кг} = 0,00004 \text{ мг/кг}$ ;
- для середньої людини  $W(\text{гр.сер.}) = 10,0 \text{ мг/кг} * 0,0001 \text{ кг} / 70 \text{ кг} = 0,00001 \text{ мг/кг}$ ;
- для вагітної жінки  $W(\text{гр.сер.}) = 10,0 \text{ мг/кг} * 0,0001 \text{ кг} / 61 \text{ кг} = 0,00002$

мг/кг;

- для молодого чоловіка  $W(\text{гр.сер.}) = 10,0 \text{ мг/кг} * 0,0001 / 78 \text{ кг} = 0,00001 \text{ мг/кг}$ .

Максимальний вплив (доза) хрому на організм людини за рахунок ґрунту складає:

- для середньої людини  $W(\text{гр.макс.}) = 2000 \text{ мг/кг} * 0,0001 \text{ кг} / 70 \text{ кг} = 0,0029 \text{ мг/кг}$ ;
- для вагітної жінки  $W(\text{гр.макс.}) = 2000 \text{ мг/кг} * 0,0001 \text{ кг} / 61 \text{ кг} = 0,0033 \text{ мг/кг}$ ;
- для молодого чоловіка  $W(\text{гр.макс.}) = 2000 \text{ мг/кг} * 0,0001 / 78 \text{ кг} = 0,0026 \text{ мг/кг}$ .

Для розрахунку загального середнього впливу (дозы) хрому розраховують суму середніх впливів через повітря, питну воду, їжу, рибу і ґрунт, тобто:

$$W(\text{заг.сер.}) = W(\text{пов.сер.}) + W(\text{вод.}) + W(\text{їж.}) + W(\text{риб.сер.}) + W(\text{гр.сер.})$$

А для розрахунку загального максимального впливу - суму максимальних впливів.

$$W(\text{заг.макс.}) = W(\text{пов.макс.}) + W(\text{вод.}) + W(\text{їж.}) + W(\text{риб.макс.}) + W(\text{гр.макс.})$$

Для розглянутого прикладу загальний середній вплив становить:

- у дитини віком 2 роки  $W(\text{заг.сер.}) = 1,34 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 6 років  $W(\text{заг.сер.}) = 0,80 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 10 років  $W(\text{заг.сер.}) = 0,49 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 14 років  $W(\text{заг.сер.}) = 0,48 \text{ мг/кг}$ ;
- у середньої людини  $W(\text{заг.сер.}) = 0,43 \text{ мг/кг}$ ;
- у вагітної жінки  $W(\text{заг.сер.}) = 0,50 \text{ мг/кг}$ ;
- у молодого чоловіка  $W(\text{заг.сер.}) = 0,39 \text{ мг/кг}$ .

Загальний максимальний вплив складає

- у дитини віком 2 роки  $W(\text{заг.макс.}) = 1,36 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 6 років  $W(\text{заг.макс.}) = 0,81 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 10 років  $W(\text{заг.макс.}) = 0,49 \text{ мг/кг}$ ;
- у дитини віком 14 років  $W(\text{заг.макс.}) = 0,48 \text{ мг/кг}$ ;
- у середньої людини  $W(\text{заг.макс.}) = 97,33 \text{ мг/кг}$ ;
- у вагітної жінки  $W(\text{заг.макс.}) = 111,60 \text{ мг/кг}$ ;
- у молодого чоловіка  $W(\text{заг.макс.}) = 87,29 \text{ мг/кг}$ .

За результатами усіх розрахунків заповнюють таблицю 2.3. У розглянутому випадку вона буде мати такий вигляд:

Таблиця 2.4 - Результати розрахунку багатосередовищного впливу Cr<sup>6+</sup> на організм людини

Вплив	Дитина певного віку				Середня людина	Вагітні жінка	Молодий чоловік
	2 роки	6 років	10 років	14 років			
Повітря (серед.)	0,0098	0,0092	0,0072	0,0062	0,0057	0,0066	0,0061
Повітря (макс.)	-	-	-	-	96,9	111,1	86,9
Вода	1,0	0,59	0,37	0,35	0,34	0,39	0,31
Їжа	0,33	0,20	0,11	0,12	0,086	0,098	0,077
Риба (сер.)	0,0031	0,0018	0,0010	0,0007	0,0005	0,0006	0,0005
Риба (макс.)	0,0188	0,0110	0,0063	0,0044	0,0032	0,0037	0,0029
Ґрунт (сер.)	0,00017	0,00010	0,00006	0,00004	0,00001	0,00002	0,00001
Ґрунт (макс.)	-	-	-	-	0,0029	0,0033	0,0026
Разом (серед.)	<b>1,34</b>	<b>0,80</b>	<b>0,49</b>	<b>0,48</b>	<b>0,43</b>	<b>0,50</b>	<b>0,39</b>
Разом (макс.)	<b>1,36</b>	<b>0,81</b>	<b>0,49</b>	<b>0,48</b>	<b>97,33</b>	<b>111,60</b>	<b>87,29</b>

## **3 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ПРИСУТНІСТЮ МИШ'ЯКУ У СЕРЕДОВИЩІ, ЩО ОТОЧУЄ ЛЮДИНУ**

### **3.1 Загальні положення**

Під ризиком розуміють ймовірність шкідливого впливу речовини. Експозиція (вплив) шкідливими хімічними речовинами може створювати широкий спектр змін в організмі людини. Ці зміни можуть бути ранжировані від летального випадку до функціональних біохімічних, патологічних й фізіологічних змін. Ризик може бути виражений кількісно (вірогідність ранжується від 0 до 1) або якісно (низький, середній або високий). Оцінюючи значущість екологічної проблеми, індивідуальні ризику множаться на кількість людей, що відчувають вплив цієї речовини. За визначенням ЕРА, ризик для здоров'я людини - це "оцінка токсичності речовини і умов експозиції для того, щоб виявити ступінь й особливості його шкідливого впливу на здоров'я людей".

Традиційно процес оцінки ризику підрозділяють на 4 етапи:

1. **Визначення (ідентифікація) небезпеки** - оцінка доступних доказів присутності й небезпечності забруднюючих речовин, здатних здійснювати шкідливий вплив.
2. **Оцінка залежності "доза - відповідь"**, яка визначає ступінь впливу різних доз.
3. **Оцінка експозиції** - оцінюється величина, тривалості й частоти експозиції людини забруднювачем й кількість людей, які піддавалися впливу хімічної речовини різноманітними шляхами.
4. **Характеристика ризику** - поєднання інформації, отриманої від визначення небезпеки, оцінки "доза-відповідь" й оцінки експозиції для оцінки ризику, пов'язаного з кожним сценарієм досліджуваного впливу, й надання інформації про невизначеності або припущення під час проведення аналізу особам, які приймають рішення в галузі охорони навколишнього середовища і здоров'я населення.

При порівнювальному аналізі ризиків має місце додатковий компонент оцінки ризику, який дозволяє проводити порівняння ризиків, користуючись відносним ранжируванням ризиків для здоров'я людини, по різноманітним екологічним проблемам території. Оскільки неможливо провести оцінку ризику для усіх забруднювачів і шляхів їх потрапляння в організм для кожної екологічної проблеми регіону, порівнювальний аналіз ризику звичайно проводять за наступні шість етапів:

1. обрати ті шкідливі речовини, які є представниками для кожної екологічної проблеми певної території;

2. визначити точний сценарій впливу для обраних речовин;
3. розрахувати ризики для цих сценаріїв, використовуючи стандартні методи й доступну інформація про токсичність речовин і "доза-відповідні" залежності;
4. екстраполювати результати для обраних речовин і сценаріїв експозиції на решту проблем території;
5. порівнювати інформацію про канцерогенні і неканцерогенні ризики по кожній проблемі території;
6. поєднати канцерогенні й неканцерогенні ризики.

Звичайно, на практиці при використанні порівнювального аналізу ризиків не завжди так чітко крок за кроком можна виконати цей процес. Найбільш типовою є ситуація, коли ці різноманітні фази взаємопов'язані між собою. Наприклад, шляхи потрапляння шкідливих речовин в організм мають бути досліджені на усіх етапах порівнювального аналізу ризиків. На етапі визначення небезпеки потенційні забруднювачі пов'язані, ймовірно, зі шляхами потрапляння речовин і "доза-відповідна" залежність та концентрації певної речовини залежать від шляхів їх потрапляння.

Окрім того, існують стандартні методи оцінки канцерогенного ризику, й вони мають безпосереднє застосування в порівняльному аналізі ризиків, однак методи для оцінки неканцерогенних ризиків й поєднання (комбінування) канцерогенних та неканцерогенних ризиків.

Найбільш корисними та інформативними оцінками канцерогенного ризику є величини перевищення індивідуального ризику на протязі усього життя і перевищення кількості щорічних випадків рака над "очікуваними" серед людей, які підпадали під вплив. Величина популяційного ризику - це очікуваний річний рівень захворюваності раком. В більшості досліджень використовують популяційний ризик в кінцевому ранжируванні проблем регіону для канцерогенних ризиків.

Індивідуальний канцерогенний ризик оснований на залежності "доза-відповідь" й оцінці експозиції. Він розраховується з врахуванням канцерогенного фактора потенціалу і середньої добової дози, яка впливає на окрему людину. Фактор потенціалу - це кут нахилу кривої "доза-відповідь".

Індивідуальний канцерогенний ризик можна розрахувати по формулі:

$$ICR = CPF * D, \quad (3.1)$$

де ICR - індивідуальний канцерогенний ризик;

CPF - фактор потенціалу;

D - доза.

Канцерогенний ризик для населення представляють як показник

захворюваності раком і розраховують, виходячи із залежності "доза-відповідь" та оцінки експозиції - шляхом множення індивідуального канцерогенного ризику на кількість населення, яка підпадає під цей вплив:

$$DL = ICR * POPL, \quad (3.2)$$

де DL - рівень захворюваності раком;  
ICR - індивідуальний канцерогенний ризик;  
POPL - кількість населення.

Цей розрахунок може бути зроблений для певних груп населення, надалі оцінюється загальна оцінка для всього населення. Забруднювачі повітря, наприклад, можуть мати більш високий ризик для міського населення, ніж для сільського. В цьому випадку рівень захворюваності раком може бути розрахований окремо для міського і сільського населення на основі їх рівнів впливу і з врахуванням кількості населення, а далі розрахувати загальну кількість "очікуваних" випадків раку для всього населення, що підпадає під вплив.

Для характеристики неканцерогенного ризику використовують такі показники:

1. Небезпека впливу на здоров'я.
2. Співвідношення (кратність) дози до референтної дози.
3. Кількість людей, що потенційно підпадають під вплив.

Інформація при ці три показники збирається й передається з перших трьох етапів процесу оцінки ризику.

Індивідуальний неканцерогенний ризик можна оцінити шляхом співвідношення індивідуального неканцерогенного ризику і референтної дози – розрахувавши індекс небезпеки:

$$INCR = \frac{D}{D_{ref}}, \quad (3.3)$$

де D – доза;  
D<sub>ref</sub> – референтна доза.

Етап характеристики ризику включає сумування та інтеграцію всієї отриманої інформації в показники шкідливого впливу на здоров'я по кожній екологічній проблемі регіону. Ця інтегрована картина забезпечує основу для ранжирування проблем. В наслідок з'являється складна але повна картина оцінки ризиків населення, яке підпадає під вплив, а також специфічних груп населення, які характеризуються підвищеною чутливістю.

### 3.2 Оцінка ризику впливу миш`яку на здоров`я населення

Постанова задачі: Заселений квартал міста через недбалість було побудовано на раніш занедбаній сильно забрудненій миш`яком ділянці землі. Миш`яком були забруднені місцевий ґрунт і верхній горизонт підземних вод. Населення, що мешкає в цьому районі, споживає воду для побутових потреб із підземних горизонтів, а також купається в розташованих поблизу природних водоймах, які також забруднені.

Слід зазначити, що вплив на організм здійснюється через підземні води, поверхневі води та ґрунт. Оскільки вплив кожного середовища може здійснюватися як шляхом контакту із шкірою, так і під час поглинання, то слід врахувати обидва шляхи.

Вплив через шкіру оцінюється через внутрішню (абсорбційну) дозу при шкіряному контакті - це кількість речовини на одиницю ваги тіла, яке перетнуло абсорбційні бар`єри організму - потрапило у кров, пройшло шлунково-кишковий бар`єр.

Для підземних і поверхневих вод:

$$DermWat = \frac{0,001 * CW * SA * PS * ET * EF * ED}{BW * AT}, \quad (3.3)$$

де 0,001 - коефіцієнт для переведення см<sup>3</sup> в літри;

CW - концентрація в воді, мг/л;

SA - загальна площа поверхні тіла, см<sup>2</sup>;

PS - константа дермальної проникності, см/час;

ET - час впливу, год./день;

EF - частота впливу, днів/рік;

ED - тривалість впливу, роки;

BW - вага тіла, кг;

AT - середній час.

Для оцінки канцерогенної дії AT = 365 днів \* 70 років;

для оцінки неканцерогенної дії AT = 365 днів \* 15 років;

Для ґрунту

$$DermSoll = \frac{0,001 * CS * SA * ABS * AF * EF * ED}{BW * AT}, \quad (3.4)$$

де CS - концентрація в ґрунті, мг/кг;

SA - площа поверхні контакту шкіри з ґрунтом, см<sup>2</sup>;

ABS - фактор абсорбції при дермальному контакті, безрозмірна;

AF - фактор ступеню зціплення шкіри з ґрунтом, кг/см<sup>2</sup>.

Отримана доза під час поглинання - кількість речовини на одиницю ваги тіла, яке пройшло межі організму - опинилося усередині (в шлунково-кишковому тракті).

Для підземних і поверхневих вод

$$InWat = \frac{SW * IR * ET * EF * ED}{BW * AT}, \quad (3.5)$$

де IR - величина водоспоживання, л/день.

Для ґрунту

$$InSoll = \frac{CS * IR * ET * EF * ED}{BW * AT}, \quad (3.6)$$

де CS - випадкове поглинання часток ґрунту, кг/день.

В таблицях 3.1, 3.2 та 3.3 надані необхідні показники для визначення канцерогенного та неканцерогенного ризику для населення забрудненого миш`яком кварталу.

Таблиця 3.1 - Ступінь поглинання та інші параметри, необхідні для оцінки ступеню впливу ризику

Параметри, необхідні для оцінки шляхів впливу	Дорослий	Дитина
Загальна площа поверхні шкіри, см <sup>2</sup>	19400	15000
Константа шкірної проникності для води, см/годин.	0,00084	0,00084
Площа поверхні тіла, що контактує з поверхнею ґрунту, см <sup>2</sup>	2000 (взимку) 53000(влітку)	3725 (взимку) 7450 (влітку)
Фактор абсорбції при дермальному контакті з ґрунтом, безрозмірна величина	1,45*10 <sup>-6</sup>	1,45*10 <sup>-6</sup>
Величина водоспоживання, л/день	2	1,5
Випадкове поглинання води під час купання в розташованих поблизу водоймах, л/день	0,13	0,13
Випадкове поглинання часток ґрунту, кг/день	8,6*10 <sup>-5</sup>	1,64*10 <sup>-4</sup>
Вага тіла	70	45
Роки, прожиті на цій території	15	15

Таблиця 3.2 - Тривалість контакту організму з середовищем, що впливає

Дорослий	Дитина
0,5 години плавання на день	1,0 години плавання в день
30 днів плавання на рік	45 днів плавання на рік
0,5 години в день на прийнятті душі	1,0 години в день на прийнятті душі
350 днів на рік - прийом душі	350 днів на рік - прийом душі
75 днів - контакт з ґрунтами	90 днів контакт з ґрунтом
1 година в день - контакт з ґрунтом	1 година в день - контакт з ґрунтом

Таблиця 3.3 - Оцінка ступеню токсичності миш'яку для людини

Канцерогенна дія		Неканцерогенна дія	
Фактор канцерогенного потенціалу при пероральному потраплянні, мг/кг*день	1,5	Референтна доза при пероральному потраплянні, мг/кг*день	0,0003
Фактор канцерогенного потенціалу при дермальному потраплянні, мг/кг*день	3,7	Референтна доза при пероральному потраплянні, мг/кг*день	0,00073
Тип раку	легені/ шкіра	Органи, на які здійснюється вплив	Шкіра, ЦНС, периферична нервова система, серцево-судинна система

### 3.3 Контрольні запитання

1. Що таке ризик?
2. З яких етапів складається визначення ризику?
3. З яких етапів складається визначення ризику при порівняльному аналізі?
4. Як визначається індивідуальний канцерогенний ризик?
5. Як визначається популяційний канцерогенний ризик?
6. Як розраховується дермальна доза для поверхневих і

підземних вод та ґрунтів?

7. Як розраховується доза при поглинанні для поверхневих і підземних вод та ґрунтів?

8. Як визначається індекс небезпеки?

### **3.4 Завдання для практичної роботи**

1. Отримати у викладача варіант із завданням: значення концентрацій миш'яку у підземних водах, поверхневих водах і ґрунті (таблиця 3.4).

2. Скласти сценарій впливу. Для цього визначити середовища, через які здійснюється вплив на організм шляхом дермального і перорального контактів.

3. Розрахувати поглинену дозу миш'яку при неканцерогенній дії для дорослого та дитини у кожному з досліджуваних середовищ в наслідок дермального і перорального контактів людини із середовищ окремо.

4. Розрахувати сумарні дози миш'яку при неканцерогенній дії для кожного з досліджуваних середовищ.

5. Розрахувати сумарні дози миш'яку при неканцерогенній дії для кожного з шляхів впливу на організм.

6. Розрахувати індекси небезпеки (неканцерогенна дія) відповідно до доз, розрахованих за пунктами завдання 3-5.

7. Розрахувати поглинену дозу миш'яку при канцерогенній дії для дорослого та дитини у кожному з середовищ в наслідок дермального і перорального контактів людини із середовищ окремо.

8. Розрахувати сумарні дози миш'яку при канцерогенній дії для кожного з досліджуваних середовищ.

9. Розрахувати сумарні дози миш'яку при канцерогенній дії для кожного з шляхів впливу на організм.

10. Розрахувати ризик виникнення канцерогенних ефектів в наслідок впливу миш'яку з врахуванням доз, визначених у пунктах завдання 7-9.

11. Розрахувати популяційний ризик виникнення канцерогенних ефектів в наслідок впливу миш'яку.

12. Дати характеристику наслідків впливу миш'яку на населення.

Під час розрахунку популяційного ризику виникнення канцерогенних ефектів, враховувати, що в кварталі проживає 25000 дорослих і 12000 дітей.

Таблиця 3.4 - Концентрації миш`яку у природних середовищах

№ варіанту	Підземні води, мг/дм <sup>3</sup>	Поверхневі води, мг/дм <sup>3</sup>	Грунт, мг/кг
1	0,020	0,05	41
2	0,021	0,06	42
3	0,022	0,07	43
4	0,023	0,08	44
5	0,024	0,09	45
6	0,025	0,10	46
7	0,026	0,11	47
8	0,027	0,12	48
9	0,028	0,13	49
10	0,029	0,14	50
11	0,030	0,15	51
12	0,031	0,16	52
13	0,032	0,17	53
14	0,033	0,18	54
15	0,034	0,19	55
16	0,035	0,20	56
17	0,036	0,21	57
18	0,037	0,22	58
19	0,038	0,23	59
20	0,039	0,24	60
21	0,040	0,25	61
22	0,041	0,26	62
23	0,042	0,27	63
24	0,043	0,28	64
25	0,044	0,29	65
26	0,045	0,30	66
27	0,046	0,31	67
28	0,047	0,32	68
29	0,048	0,33	69
30	0,049	0,34	70

### 3.5 Приклад розрахунків

Зробити оцінку можливих впливів миш'яку на населення, якщо концентрація речовини складає:

- 5 у підземних водах 0,03 мг/л;
- 6 у поверхневих водах 0,2 мг/л;
- 7 у ґрунті 57 мг/кг.

Розрахунок буде зроблено для дорослої людини влітку.

Спочатку слід визначити сценарій впливів – виявити основні середовища і шляхи їх впливу на людину. Основні можливі впливи на людину представлені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Можливі впливи миш'яку на людину

Підземні води	Поверхневі води	Ґрунт
Споживання питної води	Контакт із шкірою під час плавання	Контакт із шкірою
Контакт із шкірою під час прийняття душу	Випадкове проковтування води під час плавання	Випадкове проковтування

*Спочатку буде зроблено розрахунок для неканцерогенної дії.*

Доза миш'яку, що потрапляє в організм людини із підземними водами, складає:

**дермальний шлях** (контакт води із шкірою під час прийняття душу) - формула 3.3.

$$\text{DermWat} = (0,001 * 0,03 \text{ мг/л} * 19400 \text{ см}^2 * 0,00084 \text{ см/годин.} * 0,5 \text{ годин/день} * 350 \text{ днів/рік} * 15 \text{ років}) / (70 \text{ кг} * 365 \text{ днів} * 15 \text{ років}) = 3,3 * 10^{-6} \text{ мг/(кг*день)}.$$

**пероральний шлях** (споживання питної води) - формула 3.5 (ET не враховують):

$$\text{InWat} = (0,03 \text{ мг/л} * 2 \text{ л/день} * 365 \text{ днів} * 15 \text{ років}) / (70 \text{ кг} * 365 \text{ днів} * 15 \text{ років}) = 8,6 * 10^{-4} \text{ мг/(кг*день)}.$$

Доза миш'яку, що потрапляє в організм людини із поверхневими водами, складає:

**дермальний шлях** (контакт води із шкірою під час плавання) - формула

3.3.

$DermWat = (0,001 * 0,2 \text{ мг/л} * 19400 \text{ см}^2 * 0,00084 \text{ см/годин.} * 0,5 \text{ годин/день} * 30 \text{ днів/рік} * 15 \text{ років}) / (70\text{кг} * 365 \text{ днів} * 15 \text{ років}) = 1,9 * 10^{-6} \text{ мг/(кг*день)}$ .

**пероральний шлях** (випадкове проковтування води під час купання) - формула 3.5:

$InWat = (0,2 \text{ мг/л} * 0,13 \text{ л/день} * 0,5 \text{ годин./день} * 30 \text{ днів} * 15 \text{ років}) / (70\text{кг} * 365 \text{ днів} * 15 \text{ років}) = 1,5 * 10^{-5} \text{ мг/(кг*день)}$ .

Доза миш'яку, що потрапляє в організм людини із ґрунтом, складає:

**дермальний шлях** (контакт ґрунту із шкірою) - формула 3.4:

$DermSoll = (0,001 * 57\text{мг/кг} * 5300 \text{ см}^2 * 0,05 * 1,45 * 10^{-6} * 75 \text{ днів/рік} * 15 \text{ років}) / (70\text{кг} * 365 \text{ днів} * 15 \text{ років}) = 6,4 * 10^{-8} \text{ мг/(кг*день)}$ .

**пероральний шлях** (випадкове проковтування часток ґрунту) - формула 3.6:

$InSoll = (57\text{мг/кг} * 8,6 * 10^{-5} * 1 \text{ годин./день} * 75 \text{ днів/рік} * 15 \text{ років}) / (70\text{кг} * 365 \text{ днів} * 15 \text{ років}) = 1,4 * 10^{-5} \text{ мг/(кг*день)}$ .

Отримані результати зручно представити у вигляді таблиці 3.6. В цій таблиці в рядку 5 розраховано сумарні дози миш'яку, яка надходить в організм людини за рахунок кожного з досліджуваних середовищ, а в стовпчику 6 - сумарні дози миш'яку за рахунок дермального і перорального шляхів надходження. Також розраховано сумарну дозу, яка надходить в організм за рахунок усіх середовищ і усіх шляхів.

Таблиця 3.6 - Результати розрахунків дози миш'яку (неконцерогенний ризик), мг/(кг\*день)

Шлях надходження	1	Підземні води	Поверхневі води	Ґрунт	Сума
1	2	3	4	5	6
Дермальний шлях	3	$3,3 * 10^{-6}$	$1,9 * 10^{-6}$	$6,4 * 10^{-8}$	$5,2 * 10^{-6}$
Пероральний шлях	4	$8,6 * 10^{-4}$	$1,5 * 10^{-5}$	$1,4 * 10^{-5}$	$8,9 * 10^{-4}$
Сума	5	$8,6 * 10^{-4}$	$1,7 * 10^{-6}$	$1,4 * 10^{-5}$	$8,9 * 10^{-4}$

Оскільки референтна доза для дермального шляху надходження миш'яку в організм людини складає 0,00073 мг/(кг\*день), а для перорального - 0,0003 мг/(кг\*день), то розділивши рядок 3 і рядок 4 на відповідні референтні дози (формула 3.3), можна отримати індекс небезпеки, представлений в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 - Індекс небезпеки (неканцерогенний вплив)

Шлях надходження	1	Підземні води	Поверхневі води	Грунт	Сума
1	2	3	4	5	6
Дермальний шлях	3	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-6}$
Пероральний шлях	4	2,9	0,050	0,047	3,0
Сума	5	2,9	0,053	0,047	3,0

*Далі слід зробити розрахунок для канцерогенної дії.*

Доза миш'яку, що потрапляє в організм людини із підземними водами, складає:

**дермальний шлях** (контакт води із шкірою під час прийняття душу) - формула 3.3.

$$\text{DermWat} = (0,001 * 0,03 \text{ мг/л} * 19400 \text{ см}^2 * 0,00084 \text{ см/годин.} * 0,5 \text{ годин/день} * 350 \text{ днів/рік} * 15 \text{ років}) / (70 \text{ кг} * 365 \text{ днів} * 70 \text{ років}) = 7,2 * 10^{-7} \text{ мг/(кг*день)}.$$

**пероральний шлях** (споживання питної води) - формула 3.5 (ЕТ не враховують):

$$\text{InWat} = (0,03 \text{ мг/л} * 2 \text{ л/день} * 365 \text{ днів} * 15 \text{ років}) / (70 \text{ кг} * 365 \text{ днів} * 70 \text{ років}) = 1,8 * 10^{-4} \text{ мг/(кг*день)}.$$

Доза миш'яку, що потрапляє в організм людини із поверхневими водами, складає:

**дермальний шлях** (контакт води із шкірою під час плавання) - формула 3.3.

$$\text{DermWat} = (0,001 * 0,2 \text{ мг/л} * 19400 \text{ см}^2 * 0,00084 \text{ см/годин.} * 0,5$$

годин/день \* 30 днів/рік \* 15 років)/(70кг\*365 днів\*70 років) = 4,1\*10<sup>-7</sup> мг/(кг\*день).

**пероральний шлях** (випадкове проковтування води під час купання) - формула 3.5:

$$\text{InWat} = (0,2 \text{ мг/л} * 0,13 \text{ л/день} * 0,5 \text{ годин./день} * 30 \text{ днів} * 15 \text{ років}) / (70 \text{ кг} * 365 \text{ днів} * 70 \text{ років}) = 3,3 * 10^{-6} \text{ мг/(кг*день)}.$$

Доза миш'яку, що потрапляє в організм людини із ґрунтом, складає:

**дермальний шлях** (контакт ґрунту із шкірою) - формула 3.4:

$$\text{DermSoll} = (0,001 * 57 \text{ мг/кг} * 5300 \text{ см}^2 * 0,05 * 1,45 * 10^{-6} * 75 \text{ днів/рік} * 15 \text{ років}) / (70 \text{ кг} * 365 \text{ днів} * 70 \text{ років}) = 1,4 * 10^{-8} \text{ мг/(кг*день)}.$$

**пероральний шлях** (випадкове проковтування часток ґрунту) - формула 3.6:

$$\text{InSoll} = (57 \text{ мг/кг} * 8,6 * 10^{-5} * 1 \text{ годин./день} * 75 \text{ днів/рік} * 15 \text{ років}) / (70 \text{ кг} * 365 \text{ днів} * 70 \text{ років}) = 3,1 * 10^{-6} \text{ мг/(кг*день)}.$$

Отримані результати можна представити у вигляді таблиці 3.8. Вона є аналогом табл. 3.6 для канцерогенного ризику.

Таблиця 3.8 - Результати розрахунків дози миш'яку (канцерогенний ризик), мг/(кг\*день)

Шлях надходження	1	Підземні води	Поверхневі води	Ґрунт	Сума
1	2	3	4	5	6
Дермальний шлях	3	7,2E-07	4,1E-07	1,4E-08	1,1E-06
Пероральний шлях	4	1,8E-04	3,3E-06	3,1E-06	1,9E-04
Сума	5	1,8E-04	3,7E-06	3,1E-06	1,9E-04

Оскільки фактор канцерогенного потенціалу для дермального шляху надходження миш'яку в організм людини складає 3,7 мг/(кг\*день), а для перорального - 1,5 мг/(кг\*день), то шляхом множення рядків 3 і 4 табл. 3.8 (دوزи) на відповідний фактор потенціалу (формула 3.1), можна отримати

значення індивідуальних канцерогенних ризиків, розрахованих для кожного досліджуваного середовища, і з врахуванням обох шляхів надходження в організм людини. А також сумарні ризики для кожного середовища, для обох шляхів надходження і загальний сумарний індивідуальний ризик (Табл. 3.9)

Таблиця 3.7 - Індивідуальні канцерогенні ризики

Шлях надходження	1	Підземні води	Поверхнев і води	Грунт	Сума
1	2	3	4	5	6
Дермальний шлях	3	$2,7 \cdot 10^{-06}$	$1,5 \cdot 10^{-06}$	$5,1 \cdot 10^{-08}$	$4,2 \cdot 10^{-06}$
Пероральний шлях	4	$2,8 \cdot 10^{-04}$	$4,9 \cdot 10^{-06}$	$4,6 \cdot 10^{-06}$	$2,9 \cdot 10^{-04}$
Сума	5	$2,8 \cdot 10^{-04}$	$6,4 \cdot 10^{-06}$	$4,7 \cdot 10^{-06}$	$2,9 \cdot 10^{-04}$

Сумарний популяційний ризик канцерогенного впливу для дорослого населення можна розрахувати за формулою 3.2.

$DL = 2,9 \cdot 10^{-4} \cdot 25000$  людей = 7,25 випадків ракових захворювань на рік серед дорослого населення.

Для дитини розрахунок дози миш'яку з врахуванням неканцерогенної і канцерогенної дії, індексу небезпеки, а також індивідуального і популяційного канцерогенного ризику робиться аналогічно.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Экология города: Учебник. - К.: Либра, 2000. - 464 с.
2. ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством". - Государственный комитет СССР по стандартам от 18 октября 1982 г. № 3989.
3. ДержСанПіН № 383-96 "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання" - Міністерство охорони здоров'я України, 15 квітня 1997 р. за N 136/1940.
4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. - М.: Минздрав СССР, 1983. - 61 с.
5. Збірник методичних вказівок з дисципліни "Методи оцінки якості природних вод" для студентів спеціальності "Екологія та охорона навколишнього середовища" / Юрасов С.М. - Одеса: ОДЕКУ, 2005. - 86 с.
6. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V-VIII групп. Справ. изд./ Под ред. В.А. Филова и др. - Л.: Химия, 1989.
7. Инженерная экология / Под ред. проф. В.Т. Медведева. - М.: Гардарики, 2002. - 687 с.
8. Киселев А.В., Фридман К. Б. Оценка риска здоровью. Подходы к использованию в медико-экологических исследованиях и практике управления качеством окружающей среды. – СПб: 1997.

## ДОДАТОК

### Значення показників якості води

№	Назва показника	Значення показника відповідно до № варіанту					
		1	2	3	4	5	6
1	Температура, °С	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0
2	Запах, бали	1,1	1,3	1,2	1,5	1,7	2,1
3	Розчинений O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	4,3	5,2	5,7	4,1	6,2	3,9
4	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	1,1	2,3	0,2	2,4	3,1	0,3
5	БСК, мг/дм <sup>3</sup>	2,1	3,7	3,1	4,2	2,7	3,3
6	ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	14,0	16,9	15,4	18,0	14,7	1,3
7	pH	7,2	7,4	7,3	7,5	7,7	7,9
8	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,13	0,21	0,23	0,20	0,16
9	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup>	0,114	0,311	0,221	0,145	0,187	0,194
10	Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	0,52	0,69	1,11	0,32	0,78	0,94
11	Барій, мг/дм <sup>3</sup>	0,011	0,017	0,009	0,008	0,013	0,021
12	Бенз(а)пірен, мг/дм <sup>3</sup>	7·10 <sup>-7</sup>	8·10 <sup>-7</sup>	9·10 <sup>-7</sup>	8·10 <sup>-7</sup>	7·10 <sup>-7</sup>	6·10 <sup>-7</sup>
13	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,01	0,05	0,03	0,07	0,06
14	Ізопрен, мг/дм <sup>3</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	4·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-4</sup>
15	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	8·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-5</sup>
16	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	61,4	53,6	59,2	81,4	67,5	69,9
17	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	27,3	30,0	23,8	29,2	19,4	26,6
18	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,021	0,043	0,011	0,065	0,055	0,041
19	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,001	0,006	0,005	0,006	0,004
20	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,031	0,054	0,069	0,071	0,052	0,11
21	Молібден, мг/дм <sup>3</sup>	0,033	0,045	0,058	0,065	0,024	0,087
22	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,036	0,069	0,025	0,034	0,051	0,042
23	Нітрати (по азоту), мг/дм <sup>3</sup>	13,3	14,9	16,1	12,2	4,7	6,9
24	Нітрити(по азоту), мг/дм <sup>3</sup>	0,013	0,041	0,047	0,033	0,028	0,021
25	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,032	0,012	0,028	0,022	0,009	0,004
26	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,003	0,001	0,005	0,011	0,014	0,001
27	Селен, мг/дм <sup>3</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-5</sup>
28	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	211,2	135,9	169,6	185,8	161,8	143,9
29	Трибутилолово, мг/дм <sup>3</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-6</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	7·10 <sup>-6</sup>	7·10 <sup>-6</sup>	1·10 <sup>-5</sup>
30	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	6·10 <sup>-4</sup>
31	Фториди, мг/дм <sup>3</sup>	0,58	0,61	0,54	0,67	0,87	0,71
32	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	36,5	84,6	46,9	67,2	63,4	58,9
33	Хром <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,022	0,019	0,009	0,015	0,011	0,008
34	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,02	0,07	0,08	0,11	0,15

Продовження додатку А

№	Назва показника	Значення показника відповідно до № варіанту					
		7	8	9	10	11	12
1	Температура, °С	13,2	14,3	15,1	16,5	17,8	18,1
2	Запах, бали	1,5	1,8	1,2	1,6	2,0	2,1
3	Розчинений O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	6,3	8,2	7,1	7,2	4,2	5,3
4	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	3,3	7,5	2,9	4,1	5,5	6,2
5	БСК, мг/дм <sup>3</sup>	2,1	3,7	3,1	4,2	2,7	3,3
6	ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	14,0	16,9	15,4	18,0	14,7	1,3
7	pH	7,2	7,4	7,3	7,5	7,7	7,9
8	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,13	0,21	0,23	0,20	0,16
9	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup>	0,142	0,321	0,134	0,169	0,177	0,251
10	Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	0,72	0,54	0,29	0,63	1,11	0,75
11	Барій, мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,011	0,006	0,001	0,013	0,015
12	Бенз(а)пірен, мг/дм <sup>3</sup>	3·10 <sup>-7</sup>	4·10 <sup>-7</sup>	3·10 <sup>-7</sup>	4·10 <sup>-7</sup>	3·10 <sup>-7</sup>	4·10 <sup>-7</sup>
13	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,12	0,21	0,16	0,08	0,07
14	Ізопрен, мг/дм <sup>3</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	8·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-3</sup>
15	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-5</sup>
16	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	74,2	51,4	56,8	62,3	59,9	55,4
17	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	25,6	18,8	29,3	30,1	19,5	22,3
18	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,011	0,009	0,013	0,021	0,008	0,009
19	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0,009	0,003	0,001	0,007	0,004	0,002
20	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,06	0,11	0,23	0,17	0,41
21	Молібден, мг/дм <sup>3</sup>	0,111	0,062	0,090	0,027	0,151	0,133
22	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,025	0,033	0,064	0,057	0,058	0,027
23	Нітрати (по азоту) , мг/дм <sup>3</sup>	5,5	6,9	7,3	8,1	15,4	10,8
24	Нітрити(по азоту) , мг/дм <sup>3</sup>	0,017	0,091	0,052	0,007	0,051	0,006
25	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,032	0,051	0,056	0,014	0,052	0,044
26	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,001	0,009	0,013	0,011	0,002
27	Селен, мг/дм <sup>3</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-5</sup>
28	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	120,1	123,9	156,8	92,0	84,2	112,8
29	Трибутилолово, мг/дм <sup>3</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	6·10 <sup>-6</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	8·10 <sup>-6</sup>	5·10 <sup>-6</sup>	3·10 <sup>-5</sup>
30	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	6·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	7·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	8·10 <sup>-4</sup>
31	Фториди, мг/дм <sup>3</sup>	0,33	0,27	0,41	0,29	0,46	0,37
32	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	36,1	48,4	52,6	44,5	59,5	38,9
33	Хром <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,006	0,004	0,008	0,013	0,025	0,004
34	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,11	0,07	0,03	0,05	0,09

Продовження додатку А

№	Назва показника	Значення показника відповідно до № варіанту					
		13	14	15	16	17	18
1	Температура, °С	15,2	14,3	12,1	11,2	13,7	15,4
2	Запах, бали	1,0	1,3	1,2	1,5	1,7	2,1
3	Розчинений О <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	4,3	5,5	4,4	4,9	4,8	4,1
4	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	4,7	2,9	8,1	6,4	7,8	5,3
5	БСК, мг/дм <sup>3</sup>	2,2	2,4	3,0	4,5	2,1	3,3
6	ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	13,0	16,3	14,1	14,9	15,0	11,7
7	рН	7,7	7,4	7,1	7,8	8,0	7,3
8	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,32	0,41	0,21	0,27	0,11	0,49
9	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup>	0,094	0,115	0,131	0,081	0,069	0,047
10	Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	1,00	0,35	0,67	0,48	0,58	0,73
11	Барій, мг/дм <sup>3</sup>	0,009	0,015	0,021	0,026	0,013	0,011
12	Бенз(а)пірен, мг/дм <sup>3</sup>	1·10 <sup>-7</sup>	2·10 <sup>-7</sup>	7·10 <sup>-7</sup>	5·10 <sup>-7</sup>	3·10 <sup>-7</sup>	3·10 <sup>-7</sup>
13	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,06	0,04	0,11	0,17	0,02
14	Ізопрен, мг/дм <sup>3</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	8·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-3</sup>
15	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	7·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-5</sup>
16	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	79,9	84,2	80,4	76,3	69,9	61,8
17	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	22,1	19,3	18,4	27,6	24,8	26,6
18	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,011	0,009	0,033	0,021	0,016	0,024
19	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,010	0,014	0,021	0,020	0,008
20	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,09	0,13	0,17	0,22	0,08	0,11
21	Молібден, мг/дм <sup>3</sup>	0,007	0,069	0,034	0,077	0,069	0,090
22	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,039	0,074	0,066	0,037	0,111	0,016
23	Нітрати (по азоту) , мг/дм <sup>3</sup>	17,0	16,1	14,9	21,3	16,8	15,4
24	Нітрити(по азоту) , мг/дм <sup>3</sup>	0,221	0,099	0,127	0,114	0,089	0,075
25	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,016	0,051	0,069	0,047	0,032	0,044
26	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,011	0,008	0,004	0,006	0,004
27	Селен, мг/дм <sup>3</sup>	7·10 <sup>-5</sup>	9·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	6·10 <sup>-6</sup>	3·10 <sup>-6</sup>
28	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	149,0	201,0	147,0	158,0	211,0	203,0
29	Трибутилолово, мг/дм <sup>3</sup>	1·10 <sup>-6</sup>	5·10 <sup>-6</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	7·10 <sup>-6</sup>	5·10 <sup>-6</sup>	4·10 <sup>-5</sup>
30	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	6·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	6·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>
31	Фториди, мг/дм <sup>3</sup>	0,75	0,69	0,55	0,54	0,87	0,82
32	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	45,8	49,9	58,4	61,1	35,6	39,5
33	Хром <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,021	0,011	0,028	0,036	0,051	0,046
34	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,06	0,09	0,11	0,021	0,07	0,35

Продовження додатку А

№	Назва показника	Значення показника відповідно до № варіанту					
		19	20	21	22	23	24
1	Температура, °С	13,3	15,2	14,2	13,1	15,6	17,3
2	Запах, бали	0,8	1,2	1,5	1,6	2,0	1,7
3	Розчинений О <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	3,8	4,1	5,6	5,5	6,1	4,8
4	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	9,1	12,2	7,9	6,3	7,4	7,6
5	БСК, мг/дм <sup>3</sup>	2,1	2,6	3,0	2,2	2,9	3,1
6	ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	13,1	14,9	15,0	17,1	13,7	13,9
7	рН	7,6	7,3	7,1	7,7	8,0	7,5
8	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,54	0,39	0,87	0,89	0,61
9	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup>	0,092	0,078	0,082	0,099	0,063	0,078
10	Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	0,57	0,99	0,84	0,82	0,69	0,47
11	Барій, мг/дм <sup>3</sup>	0,013	0,022	0,014	0,021	0,029	0,017
12	Бенз(а)пірен, мг/дм <sup>3</sup>	1·10 <sup>-7</sup>	2·10 <sup>-7</sup>	1·10 <sup>-7</sup>	2·10 <sup>-7</sup>	1·10 <sup>-7</sup>	2·10 <sup>-7</sup>
13	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,07	0,01	0,02	0,13	0,07	0,03
14	Ізопрен, мг/дм <sup>3</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	8·10 <sup>-6</sup>	9·10 <sup>-6</sup>
15	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	7·10 <sup>-5</sup>	9·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-4</sup>
16	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	46,6	51,8	69,4	87,8	97,6	95,3
17	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	35,4	26,8	33,5	25,8	27,6	31,2
18	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,069	0,048	0,054	0,038	0,044	0,021
19	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0,021	0,014	0,032	0,013	0,009	0,007
20	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,35	0,67	0,14	0,28	0,41	0,19
21	Молібден, мг/дм <sup>3</sup>	0,042	0,06	0,133	0,085	0,047	0,110
22	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,056	0,044	0,079	0,121	0,112	0,087
23	Нітрати (по азоту) , мг/дм <sup>3</sup>	13,3	14,7	10,1	02,8	11,9	16,1
24	Нітрити(по азоту) , мг/дм <sup>3</sup>	0,069	0,085	0,091	0,182	0,369	0,421
25	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,036	0,024	0,015	0,029	0,041	0,031
26	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,012	0,014	0,009	0,007	0,001	0,005
27	Селен, мг/дм <sup>3</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-5</sup>	7·10 <sup>-5</sup>
28	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	99,3	114,7	163,5	118,7	149,6	152,2
29	Трибутилолово, мг/дм <sup>3</sup>	7·10 <sup>-6</sup>	4·10 <sup>-6</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-6</sup>	4·10 <sup>-6</sup>	1·10 <sup>-5</sup>
30	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	7·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	9·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-5</sup>
31	Фториди, мг/дм <sup>3</sup>	0,68	0,72	0,84	0,65	0,37	0,69
32	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	79,9	84,5	67,8	89,4	95,2	77,6
33	Хром <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,011	0,031	0,028	0,034	0,009	0,014
34	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,33	0,29	0,21	0,18	0,23	0,14

Продовження додатку А

№	Назва показника	Значення показника відповідно до № варіанту					
		25	26	27	28	29	30
1	Температура, °С	15,5	14,8	16,9	13,7	14,1	15,2
2	Запах, бали	0,0	0,0	0,5	0,8	0,9	1,0
3	Розчинений О <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	5,5	6,2	14,1	6,9	5,1	3,8
4	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	1,89	1,78	1,64	1,52	1,85	1,69
5	БСК, мг/дм <sup>3</sup>	2,5	2,2	3,0	2,9	1,7	2,8
6	ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	13,2	14,1	12,8	13,9	15,0	14,3
7	рН	7,0	7,9	7,6	7,4	7,7	7,1
8	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	1,52	0,69	0,87	0,94	0,79	0,82
9	Алюміній, мг/дм <sup>3</sup>	0,048	0,064	0,038	0,092	0,059	0,061
10	Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	0,17	0,25	0,41	0,69	0,37	0,65
11	Барій, мг/дм <sup>3</sup>	0,026	0,013	0,031	0,024	0,003	0,008
12	Бенз(а)пірен, мг/дм <sup>3</sup>	2·10 <sup>-7</sup>	3·10 <sup>-7</sup>	3·10 <sup>-7</sup>	2·10 <sup>-7</sup>	3·10 <sup>-7</sup>	2·10 <sup>-7</sup>
13	Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,06	0,09	0,08	0,21	0,23	0,11
14	Ізопрен, мг/дм <sup>3</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	8·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-5</sup>
15	Кадмій, мг/дм <sup>3</sup>	5·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-5</sup>	6·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-6</sup>
16	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	85,5	69,7	79,8	84,6	82,5	79,9
17	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	31,4	42,3	46,5	41,3	42,9	48,3
18	Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,017	0,021	0,019	0,027	0,014	0,016
19	Миш'як, мг/дм <sup>3</sup>	0,008	0,002	0,001	0,008	0,005	0,007
20	Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,09	0,07	0,09	0,05	0,05	0,07
21	Молібден, мг/дм <sup>3</sup>	0,087	0,041	0,054	0,037	0,034	0,062
22	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,015	0,032	0,014	0,027	0,041	0,010
23	Нітрати (по азоту) , мг/дм <sup>3</sup>	11,4	15,9	13,8	12,3	14,5	18,4
24	Нітрити(по азоту) , мг/дм <sup>3</sup>	0,111	0,089	0,062	0,054	0,038	0,045
25	Нікель, мг/дм <sup>3</sup>	0,007	0,001	0,008	0,004	0,003	0,008
26	Свинець, мг/дм <sup>3</sup>	0,004	0,001	0,001	0,001	0,009	0,002
27	Селен, мг/дм <sup>3</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	6·10 <sup>-5</sup>
28	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	231,2	185,5	169,4	184,2	177,7	169,8
29	Трибутилолово, мг/дм <sup>3</sup>	2·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-6</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	6·10 <sup>-6</sup>	3·10 <sup>-6</sup>	1·10 <sup>-5</sup>
30	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	7·10 <sup>-5</sup>	6·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-5</sup>	7·10 <sup>-5</sup>	8·10 <sup>-5</sup>	9·10 <sup>-5</sup>
31	Фториди, мг/дм <sup>3</sup>	1,03	0,75	0,68	0,84	0,52	0,69
32	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	48,3	54,2	63,8	74,5	38,3	41,2
33	Хром <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,009	0,005	0,015	0,012	0,011	0,004
34	Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,02	0,03	0,11	0,07	0,09

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних робіт з дисципліни  
«Людина як споживач: екологічні аспекти»  
для студентів V курсу заочної форми навчання  
Рівень підготовки – спеціаліст  
Спеціальність 7.04010601: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Укладач: ст. викл. Грабко Н.В.

Підп. до друку  
Умовн. друк. арк.

Формат  
Тираж

Папір  
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, вул.Львівська, 15

---

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних робіт з дисципліни  
«Людина як споживач: екологічні аспекти»  
для студентів V курсу заочної форми навчання  
Рівень підготовки – спеціаліст  
Спеціальність 7.04010601: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Затверджено  
робочою групою методичної ради  
«Заочна та післядипломна освіта»

Одеса – 2013

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК  
до практичних робіт з дисципліни  
«Людина як споживач: екологічні аспекти»  
для студентів V курсу заочної форми навчання  
Рівень підготовки – спеціаліст  
Спеціальність 7.04010601: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Затверджено  
Робочою групою методичної ради  
«Заочна та післядипломна освіта»  
Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ 2013 р.  
\_\_\_\_\_ Степаненко С.М.

Узгоджено  
Декан заочного факультету  
\_\_\_\_\_ Волошина О.В.

Затверджено  
на засіданні кафедри  
прикладної екології  
протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ 2013 р.  
Зав. каф. Прикладної екології  
\_\_\_\_\_ Сафранов Т.А.

Одеса - 2013