

**Кафедра охорони праці та техногенно-екологічної безпеки
Національного університету цивільного захисту України**

О.В. Рибалова

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ В ПРИ- РОДООХОРОННІЙ ДІ- ЯЛЬНОСТІ

Практикум

Харків 2014

Друкується за рішенням засідання
кафедри охорони праці та
техногенно-екологічної безпеки
НУЦЗ України
Протокол від 15.09.2014 №2

Укладач: О.В. Рибалова

Рецензенти: доктор технічних наук Л.Я. Аніщенко, завідувач сектору оцінки впливу на навколишнє середовище та екологічної експертизи науково – дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем».

доктор хімічних наук О.Є. Васюков, проф. кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки НУЦЗ України,
кандидат географічних наук, доцент С.В. Анісімова, доцент кафедри екології Харківського національного автомобільно – дорожнього університету

Організація та управління в природоохоронній діяльності:
практикум. Для студентів за спеціальністю 6.040106 «Екологія. Охорона навколишнього природного середовища та збалансоване природокористування» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр». /
Укладач: О.В. Рибалова. – Х: НУЦЗУ, 2014. – 235 с.

Практикум з дисципліни «Організація та управління в природоохоронній діяльності» призначен для надання допомоги студентам НУЦЗ України, що навчаються за спеціальністю 6.040106 «Екологія. Охорона навколишнього природного середовища та збалансоване природокористування» при виконанні практичних робіт. Практичні роботи з дисципліни "Організація та управління в природоохоронній діяльності" присвячені вивченню основних методів інтегральних і комплексних оцінок стану компонентів навколишнього природного середовища та ідентифікації джерел їх забруднення із метою застосування цих знань в практичній діяльності майбутнього фахівця – еколога.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. Практична робота № 1. Оцінка якісного стану водних об'єктів за величиною коефіцієнта забруднення (КЗ)	6
2. Практична робота № 2. Оцінка якісного стану водних об'єктів за індексом забруднення води (ІЗВ)	20
3. Практична робота № 3. Оцінка екологічного стану водотоків басейну р. Сіверський Донець на основі визначення екологічного індексу	27
4. Практична робота № 4. Оцінка потенційного ризику для здоров'я населення при рекреаційному використанні водних об'єктів	46
5. Практична робота № 5. Оцінка якісного стану атмосферного повітря Харківської області за величиною індексу забруднення атмосфери (ІЗА)	56
6. Практична робота № 6. Оцінка якісного стану атмосферного повітря Харківської області за величиною потенційного ризику для здоров'я населення	77
7. Практична робота № 7. Оцінка якісного стану ґрунтів і земельних ресурсів України	83
8. Практична робота № 8. Визначення екологічного податку промислового підприємства	100
9. Практична робота № 9. Оцінка ризику для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення атмосферного повітря	124
10. Практична робота № 10. Оцінка ризику для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення поверхневих вод	151
11. Практична робота № 11. Оцінка ризику для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення ґрунтів	170
12. Практична робота № 12. Ідентифікації джерел забруднення поверхневих вод на основі визначення узагальненого показника скидів забруд-	186

нюючих речовин

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

193

ДОДАТКИ

197

ВСТУП

Мета практикуму – застосування студентом знань та умінь, отриманих під час курсу лекцій, семінарів і самостійних робіт з дисципліни "Організація та управління в природоохоронній діяльності " при вирішенні задач та практичних завдань, формування у майбутніх фахівців з базовою вищою освітою необхідного в їхній подальшій професійній діяльності рівня знань про організаційні основи планування природоохоронної діяльності та прогнозування стану навколишнього середовища внаслідок антропогенної діяльності на державному, регіональному та місцевому рівнях.

Виконання практичних робіт дає можливість систематизувати та закріпити теоретичні та спеціальні знання студента з дисципліни "Організація та управління в природоохоронній діяльності" щодо методів інтегральних і комплексних оцінок стану компонентів навколишнього природного середовища, визначення джерел їх забруднення та застосування економічних механізмів управління природоохоронною діяльністю і раціональним використанням природних ресурсів із метою розробки науково – обґрунтованих заходів охорони навколишнього природного середовища для забезпечення стабільного розвитку соціо - екологічної системи держави.

При оформленні практичних робіт необхідно враховувати вимоги ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» [1].

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ВЕЛИЧИНОЮ КОЕФІЦІЄНТА ЗАБРУДНЕННЯ (КЗ)

План

- 1.1. Сучасні методичні підходи до оцінки стану поверхневих вод
- 1.2. Гігієнічний підхід до оцінки стану водних об'єктів
- 1.3. Класифікації якісного стану поверхневих вод
- 1.4. Визначення речовин, що перевищують ГДК у водному об'єкті.
- 1.5. Практичне завдання № 1.
- 1.6. Оцінка якісного стану водних об'єктів за величиною коефіцієнта забруднення (КЗ).
- 1.7. Практичне завдання № 2.

1.1 Сучасні методичні підходи до оцінки стану поверхневих вод

При управлінні природоохоронною діяльністю важливим завданням є комплексна оцінка якості навколишнього середовища або інтегральна оцінка основних її компонентів (атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву, рослинного й тваринного миру) з можливістю ранжирування природних об'єктів за ступенем екологічної небезпеки. Інструментарієм виміру зон екологічної небезпеки служать комплексні й інтегральні показники якості навколишнього середовища.

Інтегральні оцінки стану водного середовища можуть базуватися на абсолютних вимірах системи моніторингу, показниках ступеня зміни в просторі й часу якісного стану водних об'єктів, визначенні ступеня впливу на реципієнтів, впливу антропогенного навантаження на водне середовище, критеріальних показниках стану водної екосистеми.

Водним об'єктам може привласнюватися клас або категорія якості відповідно до величин кратності перевищення фактичного рівня концентрацій речовин їх гранично - допустимих концентрацій (ГДК) або екологічних нормативів, відношенням фактичного рівня до фонового, середньому або абсолютною різницею між цими рівнями.

Відомі два основні підходи до оцінки якості навколишнього середовища, у тому числі водних об'єктів: гігієнічний і екологічний. Їхня принципова відмінність полягає в тому, що метою гігієнічної регламентації є захист здоров'я населення, а метою екологічного нормування – збереження середовища проживання з умовою дотримання стабільності природних екосистем. Ця принципова відмінність унеможливорює застосування методології гігієнічної регламентації в екологічному нормуванні. Як екологічне, так і санітарно-гігієнічне нормування засновані на знанні ефектів, які виявляють різноманітні фактори впливу на живі організми. Однак науково-обґрунтований гігієнічний норматив може застосовуватися повсюдно, тому що адаптаційні можли-

вості окремих індивідуумів можуть бути різні залежно від соціально-економічних і інших факторів, але в цілому захисні властивості організму людину практично однакові. Екосистеми мають унікальні властивості з абіотичними й біотичними характеристиками, різною стабільністю до антропогенного навантаження, тому екологічні нормативи повинні розроблятися територіально диференційовано з урахуванням адаптаційних резервів на основі зв'язку між станом біоти в екосистемах і станом навколишнього середовища.

1.2 Гігієнічний підхід до оцінки стану водних об'єктів

"Правилами охорони поверхневих вод", "Санітарними правилами й нормами охорони поверхневих вод від забруднення" і іншими нормативними документами законодавчо закріплене гігієнічне нормування. Відповідно до існуючих "Правил охорони поверхневих вод" загальний вплив забруднюючих речовин (що належать до однієї і тій же групи за лімітуючим показником шкідливості), оцінюється відношенням фактичної концентрації C і-их шкідливих речовин до їх ГДК і при скиданні у водний об'єкт забруднюючих речовин повинна дотримуватися умова:

$$\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1 \quad i = \overline{1, N} \quad (1.1)$$

Скидання стічних вод допускається тільки в тих випадках, якщо це не призведе до збільшення у водному об'єкті забруднюючих речовин понад установлені норми й за умови очищення водокористувачем стічних вод до безпечних меж, відповідно до величин гранично допустимих скидів забруднюючих речовин (ГДС). Величина ГДС повинна гарантувати досягнення норм якості води.

Гігієнічні нормативи якості поверхневих вод регламентуються рядом документів і включають загальні вимоги до складу й властивостей поверхневих вод для різних видів водокористування (перелік гранично - допустимих концентрацій шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного й комунально-побутового водокористування й у рибогосподарських цілях).

У нашій країні комплексна оцінка якості води за фізичними, хімічними, бактеріологічними і гідробіологічними ознакам забруднення була вперше запропонована в 1964 році А.А. Билінкіной і С.М. Драчевим. Для характеристики води були обрані наступні показники: титр кишкової палички, азот амонійний, БСК₅, зовнішній вигляд водойми в місця забору проб, токсичні речовини. Показник якості представляє середнє арифметичне значень подіндексів перерахованих параметрів води:

$$I = \sum \frac{I_i}{N_i} ; i=\overline{1, N} \quad (1.2)$$

де I_i — цілочисленна величина, відповідна до важливості й значення конкретного параметра.

Драчевим С.М. була запропонована класифікація з виділенням 6 категорій якості води від “дуже чистих” до “дуже брудних” і визначенням значень окремих інгредієнтів для кожної категорії.

У сімдесяті роки національна організація по санітарії США запропонувала індекс якості води, який складається з дев'яти параметрів. Його відмінною рисою є використання для визначення значень подіндексів безперервних кривих шкідливості (побудованих експертним шляхом), які задають відповідність між значенням конкретного параметра стану водного середовища й безрозмірною величиною шкідливого ефекту, викликуваного її рівнем

Гігієнічний принцип нормування знайшов застосування в багатьох дослідженнях. Наприклад, для оцінки якісного стану водних об'єктів в УкрНДІ-ЕП був розроблений коефіцієнт забруднення, який являє собою середнє арифметичне кратності перевищення ГДК у досліджуваному водному об'єкті для всіх розглянутих речовин по всій кількості вимірів кожного параметра у всіх пунктах контролю й у всіх створах:

$$I = \frac{1}{K} \sum \left(\frac{1}{N_i} \sum \Sigma iijv \right), \quad (1.3)$$

$$iijv = \begin{cases} 1 & \text{якщо } ГДК_i \geq C_{ijv}, \\ C_{ijv}/ГДК_{ijv} & \text{якщо } ГДК_i < C_{ijv}, \end{cases}$$

де

K — кількість параметрів ($i = \overline{1, K}$),

P — кількість пунктів контролю ($j = \overline{1, P}$),

N — кількість вимірів i -го параметра в j -м пункті ($v = \overline{1, N}$).

Аналогічно побудовані деякі інші комплексні показники, наприклад умовний коефіцієнт комплексності, запропонований В.П. Ємельяною і Г.Н. Даниловою, дорівнює відношенню кількості показників з порушенням ГДК до загального числа вимірюваних показників якості води.

У якості інтегральної характеристики забруднення води “Тимчасовими методичними вказівками по комплексній оцінці якості поверхневих вод за гідрохімічними показниками”, що введені указом Держкомгидромет №250-1163 від 22.09.86 використовуються класи якості води, що оцінюється за величиною “індексу забруднення вод” (ІЗВ). Першому класу якості води “дуже чиста” відповідає величина ІЗВ - 0,2, а сьомому “надзвичайно брудна” — величина ІЗВ більше 10.

Для поверхневих вод розрахунки ІЗВ проводиться для кожного пункту (створу) по формулі:

$$ІЗВ = \sum (C_i / ГДК_i) / N, \quad (1.4)$$

де

C_i - середнє за рік значення i -го показника,

$ГДК_i$ - гранично допустима концентрація i – ої забруднюючого речовини,

N - число показників, узятих для розрахунків, включаючи в обов'язковому порядку розчинений кисень і БСК₅. Крім них, у шість інгредієнтів, що приймають участь у розрахунках входять ті, які мають найбільші відносні концентрації (відношення $C_i / ГДК_i$). При рівності перевищення концентрацій ГДК, перевага віддається речовинам, що мають токсикологічну ознаку шкідливості.

Враховуючи ефекти по окремих напрямках, був запропонований показник забруднення води, який побудований шляхом об'єднання окремо обчислених показників хімічного й бактеріального забруднення річкової води як середня геометрична величина:

$$I = \sqrt{I_{xim} \cdot I_{бак}}. \quad (1.5)$$

При цьому всі хімічні забруднюючі речовини були розділені на групи з однаковими лімітуючими показниками шкідливості. У якості подіндексу хімічного забруднення виступає максимальна величина із сум відносин фактичних концентрацій до відповідних ГДК по всіх групах. Подіндекс бактеріального забруднення визначається як відношення фактичної величини колиіндексу до його нормативного значення. Недоліком цього показника є те, що на його величину має вплив практично тільки одна група хімічних забруднювачів, хоча й інші домішки мають негативну дію й, безумовно, впливають на загальне забруднення води.

Істотним недоліком розглянутих вище інтегральних оцінок якості вод є їхня лінійність щодо концентрації речовин, а також припущення про допустимість простого підсумовування шкідливих ефектів речовин. Існуючі ГДК ґрунтуються на оцінці впливу окремої забруднюючої речовини на тест-об'єкт, при цьому не враховуються аддитивність, синергізм і антагонізм при комплексному впливі речовин. Однак на основі цих оцінок побудовано кілька різних класифікацій, які відрізняються принципами побудови, кількістю виділюваних класів або категорій, комплексом використовуваних показників і їх нормативними значеннями, способами інтеграції даних.

1.3 Класифікації якісного стану поверхневих вод

Необхідно відзначити, що загальновизнана класифікація поверхневих вод на основі їх якісного стану на сьогоднішній момент відсутня, незважаючи на те, що й у нашій країні й за рубежом розроблена безліч класифікацій. У деяких країнах класифікації поверхневих вод визнані на рівні стандартів або нормативних документів. Основними принципами їх побудови є або оцінка ступеня забруднення вод, або оцінка придатності води для різних видів водокористування.

ДЕРЖСТАНДАРТ 17.1.1.02-77. “Охорона природи. Гідросфера. Класифікація водних об'єктів” установлює класифікацію водних об'єктів за категоріями і класами, що відображають їхні фізико-географічні, режимні й морфометричні особливості, але не включає гідрохімічні, гідробіологічні й бактеріологічні показники якості вод.

У колишньому Радянському Союзі й країнах – членах СЕВ (НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, ЧССР) при управлінні водоохоронною діяльністю й складанні схем комплексного використання водних ресурсів широко використовували класифікацію якості поверхневих проточних вод з урахуванням різних груп показників: загально фізичних показників і неорганічних речовин (А), органічних речовин (Б), неорганічних промислових забруднюючих речовин (В), органічних промислових забруднюючих речовин (Г), біологічних показників (Д). Відповідно до цієї класифікації поверхневі води відносять до одного з 6 класів якості з позиції екологічного благополуччя (від I класу “вода дуже чиста” до VI класу “вода дуже забруднена”) і до одного із трьох класів по придатності води для використання.

Слід зазначити, що проведений аналіз показав, що граничні значення окремих показників суттєво відрізняються в класифікаціях поверхневих вод, використовуваних у різних країнах миру.

Головним недоліком багатьох класифікацій є той факт, що кількісні значення критеріїв, наведені для тих самих класів забруднення, не погоджені між собою. Класифікації поверхневих вод, побудовані на бальних оцінках, отримані експертним шляхом, складаються найчастіше інтуїтивним або компіляторним шляхом, що, безумовно, знижує їхню цінність.

1.4 Визначення речовин, що перевищують ГДК у водному об'єкті

Якість води оцінюється інтегральним показником якості в рамках групи речовин, що належать до групи з одним лімітуючим показником шкідливості (ЛПШ) за формулою:

$$J = \sum \frac{C_i}{\text{ГДК}_i} \leq 1. \quad (1.6)$$

Таблиця 1.1 - ГДК речовин для водних об'єктів (мг/дм³)

Речовина	ГДК рибогоспо- дарські	ЛПШ	ГДК комун.- побуто- ві	ЛПШ	Клас
Азот амонійний	0,39	2	2,0	4	3
Азот нітратний	9,10	3	10,20	3	3
Азот нітритний	0,02	2	1,0	2	2
Алюміній	0,04	2	0,50	3	2
Амонія сульфат (по азоту)	0,50	2	1,0	4	3
Бензол	0,50	2	0,50	3	2
БСК повна	3,0	0	6,0	0	0
БСК ₅	2,24	0	4,48	0	0
Ванадій	0,0010	2	0,10	3	3
Зважені речовини	*0,25	0	*0,75	0	0
ДДТ	0,00	2	0,1	3	2
Залізо загальне	0,10	2	0,30	4	3
Жири	0,10	0	0,30	0	0
Кадмій Cd ²⁺	0,005	2	0,001	3	2
Кальцій	180,0	3	-	-	-
Магній	40,00	3	20,00	5	3
Марганець	0,01	2	0,10	4	3
Мідь Cu ⁺	0,001	0	1,00	4	3
Миш'як	0,05	2	0,05	3	2
Натрій	120,0	3	200,00	3	2
Нафтопродукти	0,05	1	0,30	4	4
Нікель Ni ²⁺	0,01	2	0,10	3	3
Нітрати NO ³⁻	40,0	3	45,0	3	3
Нітрити NO ²⁻	0,08	2	3,30	3	2
Ртуть	0,00001	2	0,0005	3	1
Свинець Pb ²⁺	0,10	2	0,03	3	2
Сірковуглець	1,00	2	1,00	4	4
С П А Р	0,10	0	0,50	4	4
Сульфати	100,00	0	500,00	4	4
Сухий залишок	1000,0	0	1000,0	0	0
Феноли	0,001	1	0,001	4	4
Формальдегід	0,10	2	0,05	3	2
Фосфати	0,17	3	3,50	5	4
Фосфор загальний	0,10	3	0,0	0	0
Фтор F ⁺	0,05	0	1,50	3	2
Хлориди	300,00	0	350,00	4	4
ХСК	15,0	0	30,00	0	0
Хром Cr ³⁺	0,0050	2	0,50	3	3
Хром Cr ⁶⁺	0,0010	3	0,05	3	3
Цинк Sn ²⁺	0,01	2	1,00	5	3

Групи ЛПШ 0 – загально санітарна; 1 - рибогосподарська; 2 – токсикологічна, 3 - санітарно-токсикологічна, 4 – органолептична

1.5 Практичне завдання № 1

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з варіантом, наведеним у Додатку А.
2. Порівняти реальні дані аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області із ГДК, які наведені в табл.1.1.
3. Для кожної річки виділити речовини, які перевищують ГДК.
4. Визначити до яких груп ЛПШ належать забруднюючі речовини.
5. Згрупувати речовини за однаковими групами ЛПШ.
6. Обчислити кратність перевищення ГДК ($C_i/\text{ГДК}_i$).
7. Використовуючи формулу (1.6) порахувати J для кожної річки за різними групами ЛПШ. Максимальне значення J буде вказувати на гіршу якість природної води.
8. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, отриманими згідно з варіантом.
9. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких вказати:
 - Які речовини є диктуючими для кожної аналізованої річки;
 - Яка річка є найбільш забрудненою й чому;
 - Де Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні заходи, пояснити чому.

Приклад виконання роботи

Таблиця 1.2 – Порівняння результатів аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області із ГДК рибогосподарського водокористування

Показники якості води, мг/л	ЛПШ	ГДК рибогос- подарські	р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
Сума іонів	0	1000,0	361,5	624,0	687,0
Сульфати	0	100,0	76,9	172,5	162,0
Хлориди	0	300,0	23,0	40,0	65,0
Кальцій	3	180,0	68,10	90,6	102,0
Магній	3	40,0	8,50	26,2	17,9
Амоній сольовий	2	0,5	0,546	0,80	0,34
Нітрити по NO^2	2	0,08	0,098	0,10	0,20
Нітрати по NO^3	3	40,0	8,83	1,65	4,80
Залізо загальне	2	0,1	0,78	0,11	0,36
Фосфати	3	0,17	0,92	0,79	1,51
БСК ₅	0	2,24	2,34	3,6	4,2

ХСК	0	15,0	22,50	29,3	31,4
Мідь	0	0,001	0,036	0,002	0,011
Цинк	2	0,01	0	0,021	0,02
Феноли	1	0,001	0	0,003	0,004
Нафтопродукти	1	0,05	0,25	0,21	0,18
СПАР	0	0,1	0,013	0,02	0,02
Хром 6-ти валентний	3	0,001	0,002	0,006	0,006

Таблиця 1.3 – Визначення кратності перевищення ГДК рибогосподарського водокористування в малих річках Харківської області

Показники якості води, мг/л	ЛПШ	ГДК рибогосподарські	Кратність перевищення ГДК		
			р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
Сума іонів	0	1000,0	0,362	0,624	0,687
Сульфати	0	100,0	0,769	1,725	1,620
Хлориди	0	300,0	0,077	0,133	0,217
БСК ₅	0	2,24	1,045	1,607	1,875
ХСК	0	15,0	1,500	1,953	2,093
Мідь	0	0,001	36	2	11
СПАР	0	0,1	0,13	0,2	0,2
Феноли	1	0,001	0	3	4
Нафтопродукти	1	0,05	5,0	4,2	3,6
Амоній сольовий	2	0,5	1,092	1,6	0,68
Нітроти по NO ²	2	0,08	1,225	1,25	2,5
Залізо загальне	2	0,1	7,8	1,1	3,6
Цинк	2	0,01	0	2,1	2
Кальцій	3	180,0	0,378	0,503	0,566
Магній	3	40,0	0,213	0,655	0,448
Нітрати по NO ³	3	40,0	0,221	0,041	0,12
Фосфати	3	0,17	5,412	4,647	8,882
Хром 6-ти валентний	3	0,001	2	6	6

Таблиця 1.4 – Визначення J для різних груп ЛПШ у малих річках Харківської області

J для різних груп ЛПШ	ЛПШ	Кратність перевищення ГДК		
		р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
J ₀ для загально санітарної групи ЛПШ	0	5,69	1,177	2,527

J ₁ для рибогосподарської групи ЛПШ	1	2,5	3,6	3,8
J ₂ для токсикологічної групи ЛПШ	2	2,529	1,513	2,195
J ₃ для санітарно-токсикологічної групи ЛПШ	3	1,645	2,369	3,203

Висновки:

1.1 Для р.Вовча показниками, що диктують, є загально санітарна група ЛПШ ($J_0 = 5,69$), що обумовлене перевищенням ГДК міді в 36 раз. Також спостерігається перевищення ГДК по залізу загальному в 7,8 раз, фосфатам в 5,41 раз, нафтопродуктам в 5 раз, хрому 6-ти валентному в 2 рази, ХСК в 1,5 рази, нітратам по NO_2^- в 1,225 раз, амонію сольовому в 1,09 раз, БСК₅ в 1,045 раз. Усього перевищено ГДК по 9 речовинах з 18 обмірюваних речовин.

1.2 Для р.Харків показниками, що диктують, є рибогосподарська група ЛПШ ($J_1 = 3,6$), що обумовлене перевищенням ГДК нафтопродуктів в 3,6 рази й фенолів в 4 рази. Також спостерігається перевищення ГДК по хрому 6-ти валентному в 6 раз, фосфатам в 4,647 раз, цинку в 2,1 раз, міді в 2 рази, ХСК в 1,953 рази, сульфатам в 1,725 раз, БСК₅ в 1,607 раз, амонію сольовому в 1,6 раз, нітратам по NO_2^- в 1,25 раз, залозу загальному в 1,1 раз. Усього перевищено ГДК по 12 речовинах з 18 обмірюваних речовин.

1.3 Для р.Немишля показниками, що диктують, є рибогосподарська група ЛПШ ($J_1 = 3,8$), що обумовлене перевищенням ГДК нафтопродуктів в 4,2 рази й фенолів в 3 рази. Також спостерігається перевищення ГДК по міді в 11 раз, фосфатам в 8,882 рази, хрому 6-ти валентному в 6 раз, залізу загальному в 3,6 раз, нітратам по NO_2^- в 2,5 раз, ХСК в 2,093 рази, цинку в 2,0 рази, БСК₅ в 1,875 раз, сульфатам в 1,62 рази. Усього перевищено ГДК по 11 речовинах з 18 обмірюваних речовин.

2. Найбільш забрудненою річкою із трьох аналізованих є р.Вовча, тому що максимальним показником є $J_0 = 5,69$ по загально санітарній групі ЛПШ.

3. Отже, р. Вовча потребує першочергового впровадження природоохоронних заходів.

У додатку А наведені результати аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області (табл.А.2).

У таблиці А.1 наведені варіанти для самостійного виконання практичної роботи № 1.

1.6 Оцінка якісного стану водних об'єктів по величині коефіцієнта забруднення (КЗ)

Коефіцієнт забруднення (КЗ) є узагальненим показником, який характеризує рівень забруднення сукупно по ряду показників якості води, які бага-

торазово обмірювані в декількох пунктах (створах) спостережень водних об'єктів.

Величина КЗ характеризує кратність перевищення нормативів у частках ГДК. Наприклад, $KЗ = 1,2$ означає, що нормовані показники якості води даного водного об'єкта (регіону, ділянки) у середньому в 1,2 рази (або на 20%) перевищують ГДК. Інакше кажучи, якість води в цьому випадку в 1,2 рази гірше нормативного.

Будь-які значення КЗ, які перевищують одиницю, свідчать про порушення діючих норм. Тотожність КЗ одиниці означає, що для даного водного об'єкта всі нормовані показники якості води у всіх пунктах (створах) спостережень при всіх вимірах протягом досліджуваного періоду відповідають діючим нормам якості води. Значень менше одиниці коефіцієнт забруднення не існує.

Оскільки водний об'єкт призначений для декількох видів водокористування, то при розрахунках КЗ слід ураховувати ті нормативи, які висувають найбільш жорсткі вимоги до якості води. Звичайно такими є нормативи якості води для водойм рибогосподарського призначення.

Перелік промислових ділянок рибогосподарських водних об'єктів (їх частин) затверджено постановою Кабінету міністрів України від 27 травня 1996 р. № 552. При розрахунках КЗ водних об'єктів, які не є рибогосподарськими, потрібно використовувати ГДК для об'єктів господарсько-побутового водокористування й культурно-побутового водокористування (або інші норми, офіційно встановлені для даного об'єкта). Значення КЗ вираховуються за формулою (1.3):

Значення КЗ розраховується завжди тільки для десяти показників. До складу цих показників включаються ті показники, які найбільше перевищують значення ГДК. У випадку, якщо число показників, які перевищують ГДК, менше десяти (наприклад, 7), у формулі (1.3) значення величин γ для інших показників (наприклад, для восьмого, дев'ятого й десятого) ухвалюється рівним одиниці.

Для деяких речовин нормативи вимагають повної їхньої відсутності в природних водах. Для кожного з них у формулі (1.3) замість $ГДК = 0$ необхідно підставляти те значення концентрації, яке ще може бути виявлене по найбільш чутливій методиці виміру даного речовини, тобто найменший з порогів його виявлення.

Наведена формула (1.3) придатна для тих показників якості води, значення яких не можна перевищувати відповідних ГДК. Якщо ж нормується нижня границя (наприклад, для розчиненого кисню й водневого показника рН, то в цьому випадку їх порушення (розрахунки кратності перевищення) проводяться за іншими формулам.

Методика дає можливість підрахувати не тільки загальний КЗ для водного об'єкта або ділянки, а також узагальнені характеристики забруднення по одному будь-якому показнику на всій ділянці (y_i) і за всіма показниками для будь-якого створу (y_j).

За отриманими числовими значеннями КЗ потрібно оцінити стан води за рівнем забруднення в такий спосіб (табл.1.5).

Таблиця 1.5 – Рівень забруднення водного об'єкта при різних значеннях КЗ

Значення КЗ	1	1,01. ..2,50	2,51...5,00	5,01...10,00	Більше 10
Рівень забруднення	Незабруднені (чисті)	Слабко забруднені	Помірковано забруднені	Брудні	Дуже брудні

Порядок розрахунків КЗ:

а) розглядаються всі дані по одному (і-му) показнику в одному (j -му) пункті (створі) спостережень. Якщо норматив не задовольняється, підраховується кратність перевищення ГДК, якщо задовольняється - ця кратність ухвалюється рівної одиниці. Отримані числа підсумовуються по всіх вимірах і -го показника в j -му створі. Результат позначається як $\sum \gamma_{ij}n$ і записується в таблицю у вигляді сумарної кратності перевищення ГДК для всіх вимірів і -го показника в j -му пункті (створі) спостережень;

б) підсумовуються величини $\sum \gamma_{ij}n$ для одного і-го показника по всіх пунктах (створах) спостережень. Результати записуються в строку таблиці, позначену як $\sum \sum \gamma_{ij}n$;

в) підраховується N_i , загальна кількість вимірів і-го показника у всіх пунктах (створах).

г) отриманий у п. "б" результат ділиться на загальну кількість усіх вимірів (N_i), що дає величину u_i коефіцієнт забруднення (КЗ) по і -му показнику;

д) загальний коефіцієнт забруднення вираховується як сума КЗ для показників, розділена на кількість цих показників.

Величини КЗ слід розраховувати з точністю до сотих і записувати у вигляді десятинних дробів із двома знаками після коми.

При необхідності можуть бути виконані розрахунки КЗ по одному (j -му) створу або по групі створів. Розрахунки виконуються аналогічним способом. При обчисленні КЗ завжди слід жорстко виконувати зазначений вище порядок підсумовування.

При розрахунках КЗ необхідно звертати увагу на систематичність спостережень, тобто на наявність даних по всім контрольованим показникам для всіх інтервалів розрахунків. Під систематичними спостереженнями розуміються такі спостереження, коли в одиницю часу (наприклад, рік, квартал) проводиться однакова (або приблизно однакова) кількість вимірів за всіма показниками. Відсутність даних по декільком показникам може привести до викривлення величини КЗ. Особливо уважно слід контролювати наявність даних по тим показникам, які часто в найбільшій мері перевищують ГДК, тобто по нафтопродуктам, фенолам і т.п.. При відсутності даних за такими показниками для всього інтервалу часу, який аналізується або для всього до-

сліджуваного ділянки слід орієнтовно оцінювати ці дані. Якщо це неможливо, КЗ можна вважати без цих показників, але при цьому потрібно мати на увазі, що такі КЗ не можна зіставляти з іншими. В обох випадках розраховані значення КЗ необхідно супроводжувати відповідними примітками.

КЗ повинен плавно змінюватися в часі й у просторі. Різкі зміни КЗ указують або на появу нового джерела забруднення, або на помилки в розрахунках, або на невірогідність деяких даних.

Аналіз причин зміни КЗ здійснюється з урахуванням змін водності при постійнім навантаженні на водний об'єкт значення КЗ зменшуються при збільшенні обсягу води.

1.7 Практичне завдання № 7

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з наведеним варіантом, наведеним у Додатку А.
2. Порівняти реальні дані аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області із ГДК, які наведені в табл.1.1
3. Для кожної річки виділити речовини, які перевищують ГДК.
4. Обчислите кратність перевищення ГДК ($C_i/\text{ГДК}_i$).
5. Виділити 10 речовин, які найбільше перевищують ГДК.
6. Обчислити КЗ для кожної речовини й сумарне для кожної річки.
7. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, отриманими згідно з варіантом.
10. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:
 - До якого класу якості відносяться розглянуті річки;
 - Яка річка є найбільш забрудненою й чому;
 - Де Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні заходи, пояснити чому.

Приклад виконання роботи

Таблиця 1.6 – Порівняння результатів аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області із ГДК рибогосподарського водокористування

Показники якості води, мг/л	ЛПШ	ГДК рибогосподарські	р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
Сума іонів	0	1000,0	361,5	624,0	687,0
Сульфати	0	100,0	76,9	172,5	162,0
Хлориди	0	300,0	23,0	40,0	65,0

Кальцій	3	180,0	68,10	90,6	102,0
Магній	3	40,0	8,50	26,2	17,9
Амоній сольовий	2	0,5	0,546	0,80	0,34
Нітрити по NO ²	2	0,08	0,098	0,10	0,20
Нітрати по NO ³	3	40,0	8,83	1,65	4,80
Залізо загальне	2	0,1	0,78	0,11	0,36
Фосфати	3	0,17	0,92	0,79	1,51
БСК ₅	0	2,24	2,34	3,6	4,2
ХСК	0	15,0	22,50	29,3	31,4
Мідь	0	0,001	0,036	0,002	0,011
Цинк	2	0,01	0	0,021	0,02
Феноли	1	0,001	0	0,003	0,004
Нафтопродукти	1	0,05	0,25	0,21	0,18
СПАР	0	0,1	0,013	0,02	0,02
Хром 6-ти валентний	3	0,001	0,002	0,006	0,006

Для розрахунків КЗ пропонується виділити наступні 10 речовин, які найбільше перевищують ГДК:

1. Сульфати;
2. Амоній сольової;
3. Нітрити по NO²;
4. Залізо загальне;
5. Фосфати;
6. БСК₅;
7. ХСК;
8. Феноли;
9. Нафтопродукти;
10. Хром 6-ти валентний.

Таблиця 1.7 – Визначення кратності перевищення ГДК рибогосподарського водокористування в малих річках Харківської області

Показники якості води, мг/л	ЛПШ	ГДК рибогосподарські	Кратність перевищення ГДК		
			р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
Сульфати	0	100,0	0,769	1,725	1,620
БСК ₅	0	2,24	1,045	1,607	1,875
ХСК	0	15,0	1,500	1,953	2,093
Феноли	1	0,001	0	3	4

Нафтопродукти	1	0,05	5,0	4,2	3,6
Амоній сольовий	2	0,5	1,092	1,6	0,68
Нітроти по NO ²	2	0,08	1,225	1,25	2,5
Залізо загальне	2	0,1	7,8	1,1	3,6
Фосфати	3	0,17	5,412	4,647	8,882
Хром 6-ти валентний	3	0,001	2	6	6

Таблиця 1.8 – Визначення КЗ для малих річок Харківської області

Показники якості води, мг/л	Розрахунки $\sum \gamma_{ij} p_j$		
	р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
Сульфати	1,00	1,73	1,62
БСК ₅	1,05	1,61	1,88
ХСК	1,50	1,95	2,09
Феноли	1,00	3,00	4,00
Нафтопродукти	5,00	4,20	3,60
Амоній сольовий	1,09	1,60	1,00
Нітроти по NO ²	1,23	1,25	2,50
Залізо загальне	7,80	1,10	3,60
Фосфати	5,41	4,65	8,88
Хром 6-ти валентний	2,00	6,00	6,00
$\sum \sum \gamma_{ij} p_j$	27,08	27,09	35,17
Ni	1	1	1
γ_i	27,08	27,09	35,17
γ	2,71	2,71	3,52
Клас якості	3	3	3
Рівень забруднення	Помірковано забруднені	Помірковано забруднені	Помірковано забруднені

Висновки:

1. Усі розглянуті річки відносяться до 3 класу якості з рівнем забруднення «Помірковано забруднені». При розрахунках КЗ не розглядався показник перевищення ГДК по міді, тому що для р. Вовча це не є типовим явищем, а пов'язане, швидше за все, із залповим скиданням забруднюючих речовин.
2. Найбільш забрудненої з розглянутих є річка Немишля (рис.1.1), отже, саме ця річка потребує першочергових природоохоронних заходів.

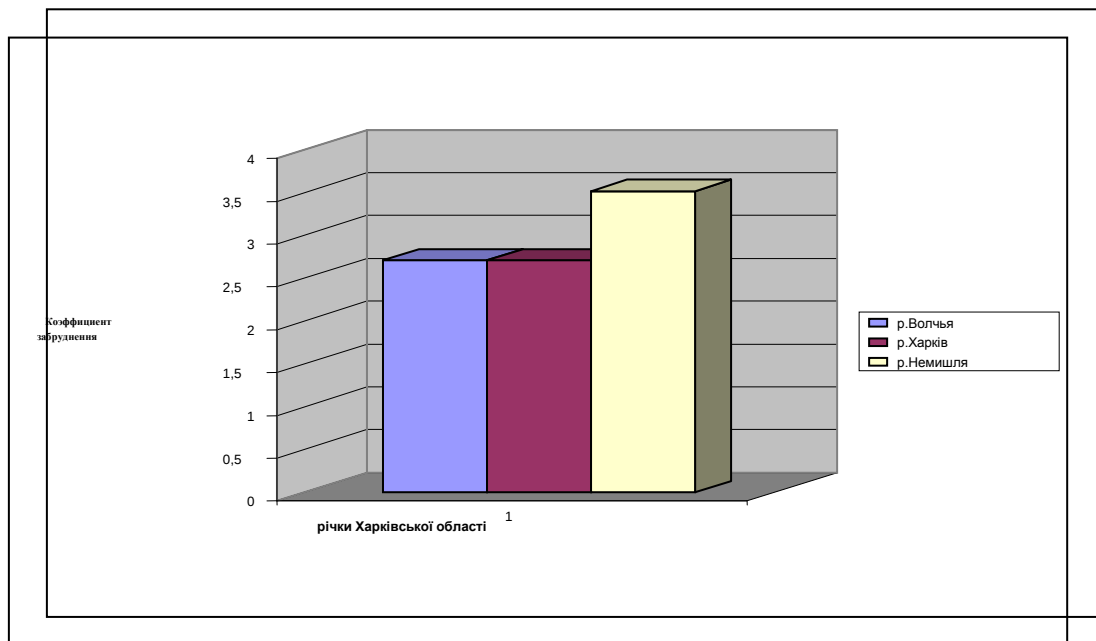


Рисунок 1.1 – Порівняльний рівень забруднення річок Вовча, Харків і Немишля.

Питання для самоконтролю:

1. Яка мета обчислення комплексних і інтегральних оцінок якісного стану компонентів навколишнього природного середовища?
2. Принципова відмінність між екологічним і гігієнічним підходом щодо побудови інтегральних оцінок якісного стану компонентів навколишнього природного середовища.
3. Вимоги "Правилами охорони поверхневих вод" до скидання стічних вод у водойми.
4. Характеризуйте область застосування ГДК.
5. Який фізичний зміст має ГДК ?
6. Якому нормативному документу відповідає застосування показника J?
7. Який принцип (гігієнічний або екологічний) закладений у побудові інтегрального показника коефіцієнта забруднення водних об'єктів?
8. Характеризуйте область застосування КЗ.
9. Яким нормативним документом регламентується застосування показника КЗ?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ІНДЕКСОМ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ (ІЗВ)

План

2.1 Методика інтегральної оцінки якості поверхневих вод за ІЗВ.

2.2 Практичні завдання.

2.1 Методика інтегральної оцінки якості поверхневих вод за ІЗВ

Для формалізованої оцінки якості води поверхневих водойм використовують індекс забруднення води (ІЗВ). Перевага ІЗВ полягає в тому, що він дозволяє порівняти якість води в різних річках між собою навіть якщо в них присутні різні забруднюючі речовини, дозволяє виявляти тенденцію зміни якості води протягом ряду років; дозволяє спростити й значно поліпшити форму представлення інформації

Розрахунки ІЗВ для поверхневих вод проводиться за формулою:

$$ІЗВ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i} / 6, \quad (2.1)$$

де

C_i - середньорічна концентрація i -ої речовини у воді;

ГДК – гранично допустима концентрація i -ої речовини;

6 - мінімальна кількість показників, яка лімітується для оцінки якості поверхневих вод у річці.

У методиці регламентується, які саме показники треба використовувати, щоб оцінити якість води в річці:

- концентрацію азоту амонійного;
- концентрацію азоту нітратного;
- концентрацію нафтопродуктів;
- концентрацію фенолів;
- концентрацію розчиненого кисню;
- біологічну потребу в кисні (БСК₅).

C_i визначається як середньоарифметичне значення концентрацій i - ої забруднюючої речовини, що вимірюється щомісяця. Проб води повинно бути не менш 4.

Оцінка якісного стану поверхневих вод за розрахунком значення показника ІЗВ наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Залежність класу якості води від величини ІЗВ

Клас	Характеристика рівня забруднення водних об'єктів	Значення ІЗВ
Для поверхневих вод		
1	дуже чиста	$ІЗВ < 0,3$
2	чиста	$0,3 < ІЗВ < 1$
3	помірковано забруднена	$1 < ІЗВ < 2,5$
4	забруднена	$2,5 < ІЗВ < 4$
5	брудна	$4 < ІЗВ < 6$
6	дуже брудна	$6 < ІЗВ < 10$
7	надзвичайно брудна	$ІЗВ > 10$
Для морських вод (у прибережних районах)		
1	дуже чиста	$ІЗВ < 0,25$
2	чиста	$0,25 < ІЗВ < 0,75$
3	помірковано забруднена	$0,75 < ІЗВ < 1,25$
4	забруднена	$1,25 < ІЗВ < 1,75$
5	брудна	$1,75 < ІЗВ < 3$
6	дуже брудна	$3 < ІЗВ < 5$
7	надзвичайно брудна	$ІЗВ > 5$

2.2 Практичне завдання

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з варіантом, наведеним у Додатку А.
2. Порівняти реальні дані аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області із ГДК (практична робота № 1).
3. Для кожної річки виділити речовини, які перевищують ГДК (практична робота № 1).
4. Визначити до яких груп ЛПШ належать забруднюючі речовини (практична робота № 1).
5. Виділити 6 основних забруднюючих речовин для розрахунків ІЗВ.
6. Обчислити кратність перевищення ГДК ($C_i/ГДК_i$).
7. Використовуючи формулу (2.1) порахувати ІЗВ для кожної річки. Максимальне значення ІЗВ буде вказувати на гіршу якість природної води.
8. Визначити за табл.2.1 клас якості для кожної досліджуваної річки.
9. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, отриманими згідно з варіантом.
10. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:
 - Які речовини є диктуючими для кожної аналізованої річки;
 - Яка річка є найбільш забрудненою й чому;

- Де Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні заходи, пояснити чому.

Приклад виконання роботи

Таблиця 2.2 – Порівняння результатів аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області із ГДК рибогосподарського водокористування

Показники якості води, мг/л	ЛПШ	ГДК рибогосподарські	р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
Сума іонів	0	1000,0	361,5	624,0	687,0
Сульфати	0	100,0	76,9	172,5	162,0
Хлориди	0	300,0	23,0	40,0	65,0
Кальцій	3	180,0	68,10	90,6	102,0
Магній	3	40,0	8,50	26,2	17,9
Амоній сольовий	2	0,5	0,546	0,80	0,34
Нітрити по NO²	2	0,08	0,098	0,10	0,20
Нітрати по NO ³	3	40,0	8,83	1,65	4,80
Залізо загальне	2	0,1	0,78	0,11	0,36
Фосфати	3	0,17	0,92	0,79	1,51
БСК₅	0	2,24	2,34	3,6	4,2
ХСК	0	15,0	22,50	29,3	31,4
Мідь	0	0,001	0,036	0,002	0,011
Цинк	2	0,01	0	0,021	0,02
Феноли	1	0,001	0	0,003	0,004
Нафтопродукти	1	0,05	0,25	0,21	0,18
СПАР	0	0,1	0,013	0,02	0,02
Хром 6-ти валентний	3	0,001	0,002	0,006	0,006

Таблиця 2.3 – Визначення кратності перевищення ГДК рибогосподарського водокористування в малих річках Харківської області

Показники якості води, мг/л	ГДК рибогосподарські	Кратність перевищення ГДК		
		р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
БСК ₅	2,24	1,045	1,607	1,875
Феноли	0,001	0	3	4
Нафтопродукти	0,05	5,0	4,2	3,6
Амоній сольовий	0,5	1,092	1,6	0,68
Залізо загальне	0,1	7,8	1,1	3,6

ІЗВ		2,69	2,13	2,71
Клас якості		4	3	4

Висновки:

1.1 Для розрахунків ІЗВ обрані показники, що перевищують ГДК забруднюючих речовин, а також які є обов'язковими для розрахунків ІЗВ: БСК₅, феноли, нафтопродукти, амоній сольовий, нітрити по NO², залізо загальне. Для р.Вовча показниками, що диктують, є загально санітарна група ЛПШ. Спостерігається перевищення ГДК по залізу загальному в 7,8 разів, фосфатам в 5,4 раз, нафтопродуктам в 5 раз, хрому 6-ти валентному в 2 рази, ХСК в 1,5 рази, нітратам по NO² в 1,23 раз, амонію сольовому в 1,09 раз, БСК₅ в 1,05 раз. Усього перевищено ГДК по 9 речовинах з 18 обмірюваних речовин.

1.2 Для р.Харків показниками, що диктують, є рибогосподарська група ЛПШ, що обумовлено перевищенням ГДК нафтопродуктів в 3,6 рази й фенолів в 4 рази. Також спостерігається перевищення ГДК по хрому 6-ти валентному в 6 раз, фосфатам в 4,65 раз, цинку в 2,1 раз, міді в 2 рази, ХСК в 1,95 рази, сульфатам в 1,73 рази, БСК₅ в 1,61 раз, амонію сольовому в 1,6 раз, нітратам по NO² в 1,25 раз, залізу загальному в 1,1 раз (рис.2.1). Усього перевищено ГДК по 12 речовинах з 18 обмірюваних речовин.

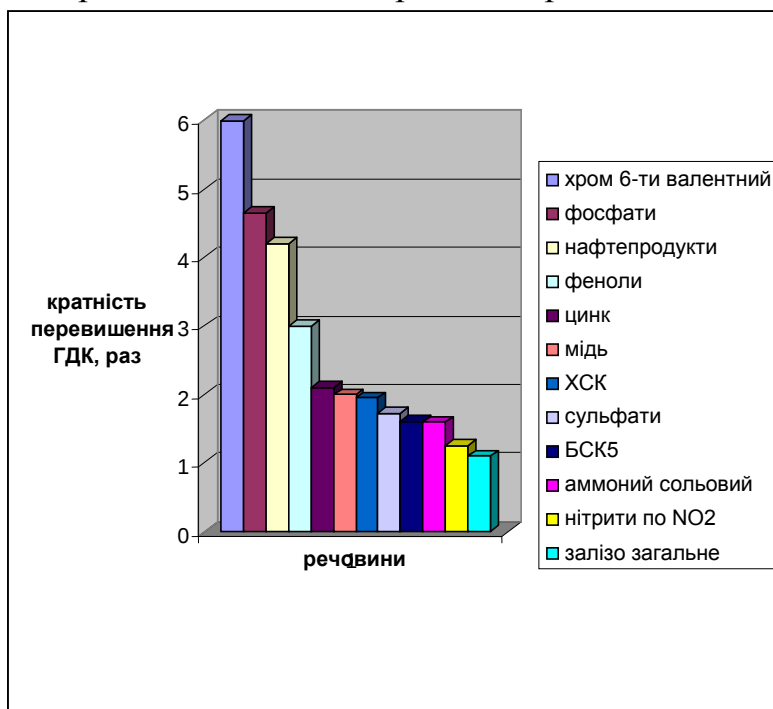


Рисунок 2.1 – Перевищення ГДК забруднюючих речовин у р. Харків.

1.3 Для р.Немишля показниками, що диктують, є рибогосподарська група ЛПШ, що обумовлено перевищенням ГДК нафтопродуктів в 4,2 рази й фенолів в 3 рази. Також спостерігається перевищення ГДК по міді в 11 раз,

фосфатам в 8, 88 рази, хрому 6-ти валентному в 6 раз, залізу загальному в 3,6 раз, нітратам по NO_2 в 2,5 раз, ХСК в 2,09 разів, цинку в 2 рази, БСК₅ в 1,88 раз, сульфатам в 1,6 рази (рис.2.2). Усього перевищено ГДК по 11 речовинах з 18 обмірюваних речовин.

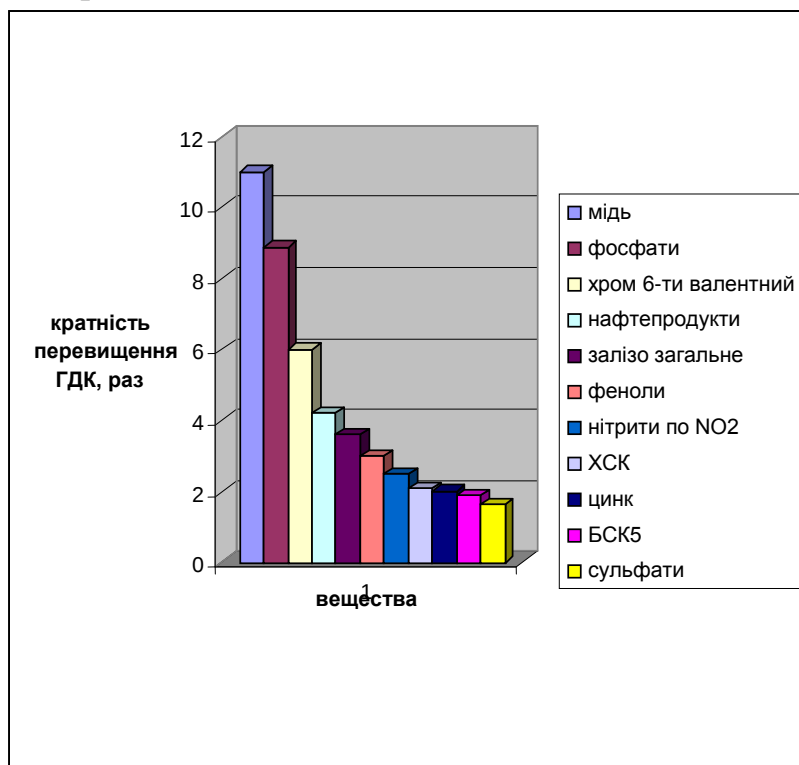


Рисунок 2.2 – Перевищення ГДК забруднюючих речовин у р. Немишля.

2. Найбільш забрудненою річкою із трьох аналізованих є р.Немишля, тому що ІЗВ = 2,71 (табл. 2.1), що відповідає 4 класу якості «забруднена» річка (рис. 4).

3. З розглянутих річок відповідно до розрахунків ІЗВ якість річок Немишля й Вовча відносяться до 4 класу якості, а річка Харків – до 3 класу (табл.2.1). Але величина ІЗВ у річці Немишля (2,71) трохи більше, чим у річці Вовча (2,69). Отже, ріки Немишля й Вовча потребують першочергового впровадження природоохоронних заходів.

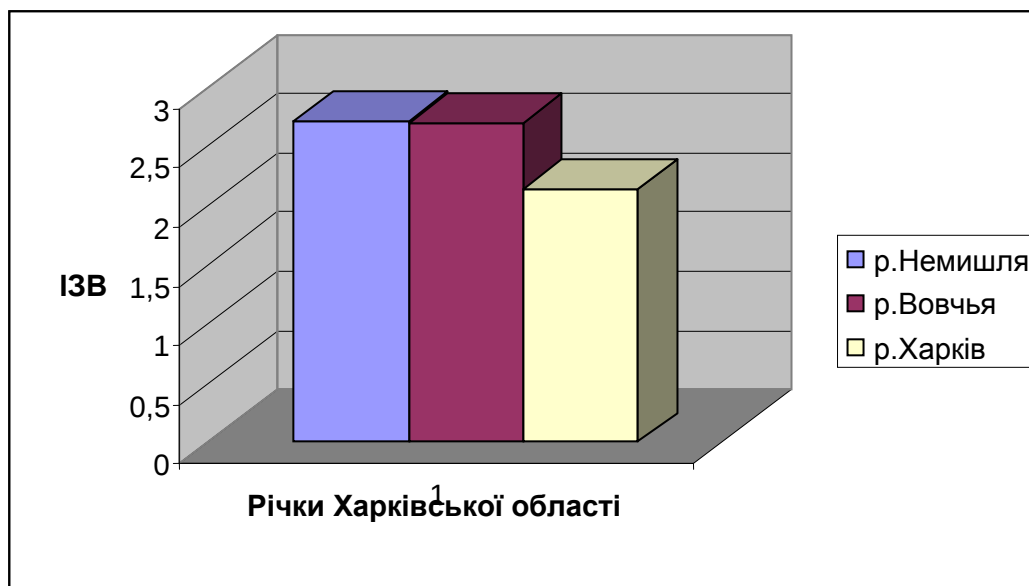


Рисунок 2.3 – Ранжирування досліджуваних річок Харківської області за величиною ІЗВ

Питання для самоконтролю:

1. Характеризуйте галузь застосування ІЗВ.
2. Який фізичний зміст має ІЗВ ?
3. Для яких ще інтегральних показників якісного стану поверхневих вод можна використовувати кратність перевищення ГДК забруднюючих речовин?
4. Який принцип (гігієнічний або екологічний) закладений у побудові інтегрального показника ІЗВ?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДОТОКІВ БАСЕЙНУ Р. СІ- ВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ІНДЕКСУ

План

- 3.1. Екологічний підхід до оцінки стану водних об'єктів
- 3.2. Методика оцінки екологічного індексу поверхневих вод.
- 3.3. Практичне завдання.

3.1 Екологічний підхід до оцінки стану водних об'єктів

Сучасний підхід до вирішення водогосподарчих задач відрізняється обов'язковістю обліку екологічних вимог. Принциповість подібної концепції в плануванні розвитку водного господарства вимагає глибоких знань про характер і ступінь взаємодії природних і господарських чинників, а також розробки показників впливу зміни стану водного середовища на реципієнтів. Екологічне нормування антропогенного впливу на навколишнє природне середовище являє собою одну з найважливіших екологічних задач, і в той же час задачу дуже складну й мало розроблену.

Оскільки більшість біогеоценозів у їхньому природному стані давно припинили існування, - вони в більшому чи меншому ступені урбанізовані, а кожна екосистема по-своєму унікальна, то створення інтегральних оцінок якості водних об'єктів з позиції їхнього екологічного благополуччя вимагає урахування їхніх ландшафтних характеристик і регіональних особливостей формування та функціонування водних екосистем. У деяких країнах прийшли до висновку про створення екологічних нормативів окремо для кожного водного об'єкта. Однак такий підхід нереалістичний, тому екологічне нормування має на увазі стандартизацію вихідних параметрів біогеоценозу з визначенням інтервалів їхніх природних коливань, граничних і критичних величин параметрів стану. Під граничною величиною параметра стану екосистеми розуміється конкретне значення, при якому починаються важливі оборотні зміни екосистеми, а критична величина параметра стану екосистеми припускає його значення, при якому можливі необоротні зміни екосистеми. Отже, величини припустимих антропогенних навантажень на екосистему будуть знаходитися в області значень параметрів стану між граничними і критичними величинами.

Екологічні класифікації, побудовані на основі показників стану водних об'єктів, що характеризують їхні природні якості, розглядаються як індикатори структурно-функціонального стану водних екосистем. Іноді для оцінки

якості вод використовують ранги чи бальні показники, які розраховують середнє значення рангу за всіма нормованими показниками.

3.2 Методика оцінки екологічного індексу поверхневих вод

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод представлена в "Методиці встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. Відповідно до системи екологічної класифікації якості поверхневих вод суші й естуаріїв України кожен водний об'єкт можна віднести до одного з п'яти класів і семи підлеглих їм категорій і відповідно охарактеризувати його якісний стан від відмінного (I клас, 1 категорія) до дуже поганого (V клас, 7 категорія).

Екологічна оцінка є неодмінною умовою екологічного нормування якості поверхневих вод, його попереднім етапом. При обчисленні екологічної оцінки необхідно зіставити отримані результати зі значеннями екологічних нормативів, встановленими для даного водного об'єкта.

Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв України побудована за екосистемним принципом. Необхідна повнота і об'єктивність характеристики якості поверхневих вод досягається достатньо широким набором показників, які відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає загальні і специфічні показники. Загальні показники, до яких належать показники сольового складу і трофо-сапробності вод (еколого-санітарні), характеризують звичайні властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрація яких може змінюватись під впливом господарської діяльності. Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднюючих речовин токсичної і радіаційної дії.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України включає три групи спеціалізованих класифікацій, а саме:

- група класифікацій за критеріями сольового складу;
- класифікація за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями;
- група класифікацій за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії, а також за рівнем токсичності.

Група класифікацій за критеріями сольового складу включає чотири спеціалізовані класифікації, кожна з яких має суттєве екологічне значення:

- 1) класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації;
- 2). класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями іонного складу;

3) класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу;

4) класифікація якості солонуватих -мезогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу.

Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями включає такі групи показників:

1) гідрофізичні - завислі речовини, прозорість;

2) гідрохімічні - концентрація іонів водню, азоту амонійного, азоту нітритного, азоту нітратного, фосфору фосфатів, розчиненого кисню; перманганатна та біхроматна окислюваність, біохімічне споживання кисню;

3) гідробіологічні - біомаса фітопланктону, індекс самоочищення самозабруднення;

4) бактеріологічні - чисельність бактеріопланктону та сапрофітних бактерій;

5) біоіндикація сапробності - індекси сапробності за системами Пантле-Букка – Гуднайта - Уітлея.

Група класифікацій якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту і біологічної дії специфічних речовин включає три спеціалізовані класифікації :

1) екологічну класифікацію якості вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії;

2) екологічну класифікацію якості поверхневих гіпо- та олігогалинних і солонуватих -мезогалинних вод за рівнем токсичності;

3) екологічну класифікацію поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями специфічних показників радіаційної дії.

Із зазначених класифікацій якості води за своєю будовою перші дві відрізняються одна від одної та від решти.

Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації має три класи і підпорядковані їм сім категорій якості води:

1) клас прісних вод з двома категоріями - гіпогалинних вод і олігогалинних вод ;

2) клас солонуватих вод (II) з трьома категоріями – -мезогалинних (3), -мезогалинних (4), і полігалинних (5) вод;

3) клас солоних вод (III) з двома категоріями - еугалинних (6) і ультрагалинних (7) вод.

Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями іонного складу поділяє їх на три класи (гідрокарбонатні, сульфатні та хлоридні), кожен з яких, в свою чергу, диференціюється на три групи (кальцію, магнію і натрію), тобто існує дев'ять категорій за іонним складом. Крім того, певні категорії вод за іонним складом поділяються також на чотири типи за кількісним співвідношенням іонів.

Всі інші класифікації системи екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України побудовані за однаковим принципом: поділяють води на п'ять класів та сім підпорядкованих їм категорій.

Конкретні гідрофізичні, гідрохімічні, гідробіологічні та специфічні кількісні показники є елементарними ознаками якості вод. Комплексні кількісні ознаки, що побудовані на інтегруванні елементарних ознак якості вод, є узагальнюючими ознаками якості вод. На основі елементарних і узагальнюючих ознак визначаються класи, категорії та індекси якості вод, зони сапробності, ступені трофності.

Визначені за цими ознаками класи і категорії якості вод відображають природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод суші та естуаріїв України.

Назви, дані класам і категоріям якості вод за їх станом, є такими:

- I клас з однією категорією (1) - відмінні;
- II клас - добрі, з двома категоріями: дуже добрі (2) і добрі (3);
- III клас - задовільні, з двома категоріями: задовільні (4) і посередні (5);
- IV клас з однією категорією (6) - погані;
- V клас з однією категорією (7) - дуже погані.

Назви, дані класам і категоріям якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості), є такими:

- I клас з однією категорією (1) - дуже чисті;
- II клас - чисті, з двома категоріями: чисті (2) і досить чисті (3);
- III клас - забруднені, з двома категоріями: слабо забруднені (4) і помірно забруднені (5);
- IV клас з однією категорією (6) - брудні;
- V клас з однією категорією (7) - дуже брудні.

Зазначені класи і категорії якості поверхневих вод, визначені за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями, відповідають певній трофності та сапробності вод, а саме:

- клас I, категорія 1 - оліготрофні, олігосапробні води;
- клас II - мезотрофні води: категорія 2 - мезотрофні, -олігосапробні; категорія 3 - мезо-евтрофні, -мезосапробні води;
- клас III - евтрофні води: категорія 4 - евтрофні, -мезосапробні, категорія 5 - ев-політрофні, - мезосапробні води;
- клас IV, категорія 6 - політрофні, - мезосапробні води;
- клас IV, категорія 7 - гіпертрофні, полісапробні води.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України повинна обов'язково включати всі три блоки показників: блок сольового складу, блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блок показників вмісту і біологічної дії специфічних речовин.

Результати подаються у вигляді єдиної екологічної оцінки, котра ґрунтується на заключних висновках за трьома блоками.

Екологічна оцінка якості води у водному об'єкті може бути орієнтовною і ґрунтовною. Орієнтовна екологічна оцінка є необхідною з розвідувальною (рекогносцирувальною) метою для вироблення попередніх, орієнтовних висновків і рішень. Ґрунтова узагальнююча оцінка необхідна для переконливих, відповідальних висновків і рішень.

Орієнтовна екологічна оцінка виконується на основі разових вимірів окремих показників якості води, котрі найточніше характеризують екологічний стан водного об'єкта (чи його ділянки) і відповідну цьому стану якість води (наприклад, мінералізація, вміст розчиненого кисню, БСК₅, концентрація біогенних елементів, пріоритетних важких металів та органічних забруднюючих речовин тощо). Ці разові значення окремих показників якості води зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в таблицях системи екологічної класифікації. На підставі такого зіставлення визначаються категорії і класи якості води за окремими показниками, взятими для разового виміру. Об'єднання результатів разових вимірів для узагальненої оцінки якості води не допускається.

Вихідними даними для екологічної оцінки якості води є узагальнені й розрізнені результати систематичного контролю над якістю води у водних об'єктах України, які зібрані й оброблені по мережі пунктів спостережень і лабораторій систем Мінприроди, Держкомгідромету й Держводгооспу України. Ураховуються також матеріали систематичних спостережень якості води, отримані науковими установами екологічного профілю.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші й естуаріїв України повинна обов'язково включати всі три блоки показників: блок сольового складу (табл.3.1 - 3.4), блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників (табл.3.5), блок показників умісту й біологічної дії специфічних речовин (табл.3.6, 3.7).

Процедура виконання екологічної оцінки якості поверхневих вод складається із чотирьох послідовних етапів, а саме:

- етап групування й обробки вихідних даних;
- етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;
- етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженим у класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;
- етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класів і категорій) для певного водного об'єкта в цілому або його окремих ділянок за певний період спостережень.

Результати подаються у вигляді єдиної екологічної оцінки, яка ґрунтується на заключних висновках по трьом блокам.

Вихідні дані по якості води за окремими показниками групуються в границях трьох блоків. Згруповані по блоках щодо кожного наявного показника якості води, вихідні дані (вибірки) піддаються певній обробці: обчислюються середньо арифметичні значення, визначаються мінімальні й макси-

мальні (найбільш погані) значення, які все разом характеризують мінливість величин кожного з показників якості води в реальних умовах виконання й аналізу результатів спостережень.

Серед вихідних даних трапляються одиночні дані, які по своїм екстремальним значеннями виходять за межі обкресленого діапазону величин цієї вибірки, досить далеко від максимальних (найбільш поганих) значень. Екстремальні значення окремих показників якості води підлягають спеціальному аналізу: з'ясуванню природних або антропогенних причин, які могли викликати їхня поява. Після такого аналізу ухвалюється рішення про використання або вилучення екстремальних значень певних показників якості води.

При групуванні, обробці й використанні вихідних даних рекомендується, якщо це можливо, використовувати методи математичної статистики для маленьких і звичайних вибірок.

Етап визначення класів і категорій якості води для окремих показників полягає у виконанні таких дій:

- середньо арифметичні (середні) значення для кожного показника окремо зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в таблицях системи його екологічної класифікації (3.1 – 3.7);

- найбільш погані значення якості води (максимальні або мінімальні) серед цих показників кожного блоку також зіставляються з відповідними критеріями якості води;

- на основі проведеного зіставлення середньо арифметичних і найбільш поганих значень для кожного показника окремо визначаються категорії якості води по середніх і найбільш поганих значеннях (найбільшим по номеру) для кожного показника окремо;

- зіставлення середніх і найбільш поганих значень із критеріями спеціалізованих класифікацій і визначення класів і категорій якості води за окремими показниками теж (як і на першому етапі) виконується в границях відповідних блоків.

Етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води виконується лише на основі аналізу показників у границях відповідних блоків. Це узагальнення полягає у визначенні середніх і найбільш поганих значень для трьох блокових індексів якості води, а саме: для індексу забруднення компонентами сольового складу (I_1), для трофо-сапробіологічного (еколого-санітарного) індексу (I_2), для індексу специфічних показників токсичної й радіаційної дії (I_3). Таким чином, повинне бути визначено шість значень блокових індексів. Маючи значення блокових індексів якості води, легко визначити їхня приналежність до певного класу або категорії якості води за допомогою системи екологічної класифікації

Середні значення для трьох блокових індексів якості води визначаються шляхом обчислення середнього номера категорії за всіма показниками даного блоку; при цьому категорія 1 має номер 1, категорія 2 – номер 2 і т.д.

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дозволяє диференціювати оцінку якості води, зробити її більш точною й гнучкою. Для визначення підкатегорій якості води, що відповідають середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон десяткових значень номерів (між цілими числами) розбити на окремі частини й позначити їх. Найбільш погані значення для трьох блокових індексів якості води визначаються по відносно найбільш поганому показнику (з найбільшим номером категорії) серед усіх показників даного блоку.

Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального, або екологічного індексу (I_E). Використання екологічного індексу якості води доцільно в тих випадках, коли зручніше користуватися однозначною оцінкою: для планування водоохоронної діяльності, обробка водоохоронних заходів, здійснення екологічного й еколого-економічного районування, екологічного картографування й т.п.. Значення екологічного індексу якості води визначається по формулі:

$$I_e = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3}, \quad (3.1)$$

де:

I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_3 – індекс специфічних показників токсичної й радіаційної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найбільш поганих значень категорій окремо: $I_{\text{Есер}}$ і $I_{\text{Емах}}$. Він може бути дробовим числом. Визначення підкатегорій якості води на підставі екологічного індексу здійснюється так само, як для блокових індексів.

Таблиця 3.1 – Характеристика якості води середніх і малих рік різних фізико – географічних зон України по природним (середньорічним) значенням загальної мінералізації й вмісту сульфатів і хлоридів (мг/дм³)

Найменування фізико – географічних зон і гідрохімічних полів	Показники		
	Сума іонів	Сульфати	Хлориди
Зона змішаних лісів (Українське Полісся)			
Басейни правих припливів верхів'я Прип'яті (Турь, Стохода, нижній і середній плин Стира, Горині, Случі)	≤ 400	≤ 30	≤ 20
Басейни правих припливів середнього й нижнього плину Прип'яті (Уборть, Уж)	≤ 150	≤ 20	≤ 15
Басейн Тетерева	≤ 330	≤ 40	≤ 35
Басейн Снови	≤ 250	≤ 25	≤ 10

Басейн Десни (без Сейму, Остра й Снови)	≤ 300	≤ 30	≤ 20
Басейн Західного Бугу	≤ 450	≤ 50	≤ 25
Лісостепова зона			
Басейни правих припливів верхів'я Прип'яті (верхній плин Стира, Горині, Случі)	≤ 400	≤ 100	≤ 20
Басейни лівих припливів Дністра	≤ 400	≤ 40	≤ 20
Басейн верхніх припливів Південного Бугу	≤ 400	≤ 30	≤ 25
Басейни Стугни, Росі, Гірського Тикича, Гнилого Тикича	≤ 430	≤ 25	≤ 25
Басейни Савранки, Кодими, Синиці, Ольшанки, Тясмину, Синюхи, верхів'я Інгулу	≤ 630	≤ 60	≤ 35
Басейни Сейму, Остра, Трубижа, Супоя, Сули	≤ 640	≤ 40	≤ 25
Басейн Хоролу	≤ 730	≤ 80	≤ 55
Басейн Псла й Ворскли	≤ 620	≤ 80	≤ 30
Степова зона			
Басейни лівих припливів Сіверського Дінця (Оскола, Айдара, Деркула й інших)	≤ 650	≤ 80	≤ 35
Басейни Тилигула, Чичиклеи, Мертво-вода, Гнилого Еланца, Мокрої Сури, Інгульця, Середнього й нижнього плину Інгулу	≤ 1100	≤ 430	≤ 700
Басейни Орелі й Самари з її правими припливами	≤ 1700	≤ 630	≤ 400
Басейни Вовчої, Конки, лівих припливів Самари	≤ 2000	≤ 800	≤ 300
Басейни Казенного Торця й Бахмутки	≤ 2000	≤ 500	≤ 350
Басейн Лугані	≤ 1200	≤ 500	≤ 200
Басейни верхнього плину Кальміуса й Міуса	≤ 1800	≤ 750	≤ 300
Басейни Молочної, Корсака, Лозоватки, Обиточної, Берди, нижніх плинів Кальміуса й Міуса	≤ 2400	≤ 1300	≤ 400
Басейн Салгіра	≤ 2000	≤ 350	≤ 300
Кримський гірський край			
Басейни рік північного схилу Кримських гір	≥ 500	≤ 60	≤ 20
Басейни рік південного схилу Кримських гір	≥ 700	≤ 70	≤ 40

ких гір			
Карпатський гірський край			
Басейн верхів'я Дністра	≥ 500	≤ 30	≤ 15
Басейни Стрию, Ломниці й Бистриці	≥ 500	≤ 40	≤ 30
Басейни Тиси, Латориці, Ужу й верхів'я Пруту	≥ 250	≤ 25	≤ 20
Басейн Свичи	≥ 200	≤ 30	≤ 35

Блок екологічних класифікацій якості поверхневих вод за критеріями
сольового складу

Таблиця 3.2 – Класифікація якості поверхневих вод за критерієм міне-
ралізації

Клас якості вод	Прісні води - I		Солонуваті води - II			Солоні води - III	
Категорія якості вод	Гіпо-Галинні - 1	Оліго-Галинні - 2	В – ме-зо-галинні - 3	α – ме-зо-галинні - 4	полі-галинні - 5	Еу-Галинні - 6	ультра-галинні - 7
Величина мінералізації, г/дм ³	< 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 5,00	5,01 – 18,00	18,01 – 30,00	30,01 – 40,00	> 40,00

Таблиця 3.3 – Класифікація якості прісних гіпо й олігогалинних вод за
критеріями забруднення компонентами сольового складу

Клас якості води	I - відмінні	II - гарні		III - задовільні		IV - погані	V – дуже погані
Категорія якості води / Показники, мг/дм ³	1 - відмінні	2-дуже гарні	3 - гарні	4 – задовільне	5 – незадовільне	6 - погані	7 – дуже погані
Сума іонів	≤ 500	501 - 750	751 - 1000	1001 - 1250	1251 - 1500	1500 - 2000	$\succ 2000$
Хлориди	≤ 20	21 - 30	31 - 75	76 - 150	151 - 200	201 - 300	$\succ 300$
Сульфати	≤ 50	51 - 75	76 - 100	101 - 150	151 - 200	201 - 300	$\succ 300$

Таблиця 3.4 – Класифікація якості солонуватих β - мезогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Клас якості води	I - відмінні	II - гарні		III - задовільні		IV - погані	V – дуже погані
Категорія якості води / Показники, мг/дм ³	1 - відмінні	2- дуже гарні	3 - гарні	4 – задовільне	5 – незадовільне	6 - погані	7 – дуже погані
Сума іонів	1000 - 1500	1501 - 2000	2001 - 2500	2501 - 3000	3001 - 3500	3501 - 4000	γ 4000
Хлориди	≤ 200	201 - 400	401 - 600	601 - 800	801 - 1000	1001 - 1200	γ 1200
Сульфати	≤ 400	401 - 800	801 - 900	901 - 1000	1001 - 1100	1101 - 1200	γ 1200

Блок екологічних класифікацій якості поверхневих вод по трофо – сапробіологічним (еколого – санітарним) критеріям

Таблиця 3.5 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод по трофо – сапробіологічним (еколого – санітарним) критеріям

Клас якості води	I - відмінні	II - гарні		III - задовільні		IV - погані	V – дуже погані
Категорія якості води / Показники, мг/дм ³	1 - відмінні	2- дуже гарні	3 - гарні	4 – задовільне	5 – незадовільне	6 - погані	7 – дуже погані
Гідрофізичні							
Зважені речовини, мг/дм ³	<5	5-10	11 - 20	21 - 30	31 - 50	51 - 100	> 100
Прозорість, м	>1,50	1,00 – 1,50	0,65 – 0,95	0,50 – 0,60	0,35 – 0,45	0,20 – 0,30	<0,20
Гідрохімічні							
pH	6,9 – 7,0/7,1 – 7,5	6,7 – 6,8/7,6 – 7,9	6,5 – 6,6/8,0 – 8,1	6,3 – 6,4/8,2 – 8,3	6,1 – 6,2/8,4 – 8,5	5,9 – 6,0/8,6 – 8,7	<5,9 / >8,7
Азот амонійний, мг	<0,10	0,10 – 0,20	0,21 – 0,30	0,31 – 0,50	0,51 – 1,0	1,01 – 2,50	>2,50

N/дм ³							
Азот нітритний, мг N/дм ³	<0,002	0,002 – 0,005	0,006 – 0,01	0,011 – 0,02	0,021 – 0,05	0,051 – 0,10	>0,10
Азот нітратний, мгN/дм ³	<0,20	0,20 – 0,30	0,31 – 0,50	0,51 – 0,70	0,71 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50
Фосфор фосфатів, мгP/дм ³	<0,015	0,015 – 0,03	0,031 – 0,05	0,051 – 0,10	0,101 – 0,20	0,201 – 0,30	>0,30
Розчинений кисень, мгO ₂ /дм ³	>8,0	7,6 – 8,0	7,1 – 7,5	6,1 – 7,0	5,1 – 6,0	4,0 – 5,0	<4,0
% насичення	96 – 100 / 101 - 105	91 – 96 / 106 - 110	81 – 90 / 111 - 120	71 – 80 / 121 - 130	61 – 70 / 131 - 140	40 – 60 / 141 - 150	<40/ >150
Перманганатна окисність, мгО/л	<3,0	3,0 – 5,0	5,1 – 8,0	8,1 – 10,0	10,01 – 15,0	15,1 – 20,0	>20,0
Біхроматна окисність, мгО/дм ³	<9	9 - 15	16 - 25	26 - 30	31 - 40	41 - 60	>60
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	<1,0	1,0 – 1,6	1,7 – 2,1	2,2 – 4,0	4,1 – 7,0	7,1 – 12,0	>12,0
Гідробіологічні							
Біомаса фітопланктону, мг/дм ³	<0,5	0,5 – 1,0	1,1 – 2,0	2,1 – 5,0	5,1 – 10,0	10,1 – 50,0	>50,0
Індекс самоочищення – самозабруднення (A/R)	1,0	0,9 1,1	0,8 1,2	0,7 1,3 – 1,5	0,6 1,6 – 2,0	0,5 2,1 – 2,5	<0,5 >2,5
Бактеріологічні							
Чисельність бактеріопланктону, млн кл/див ³	<0,5	0,5 – 1,5	1,6 – 2,5	2,6 – 5,0	5,1 – 7,0	7,1 – 10,0	>10,0
Чисельність сапрофітних бактерій, тыс. кл/див ³	<1,0	1,0 – 3,0	3,1 – 5,0	5,1 – 10,0	10,1 – 25,0	25,1 – 100,0	>100,0
Біоіндикація сапробності (Індекс сапробності)							
По Панте-	<1,0	1,0 – 1,5	1,6 – 2,0	2,1 – 2,5	2,6 – 3,0	3,1 – 3,5	>3,5

ле - Букку							
По Гуд- найту - Уитлеему	1 - 20	21 - 45	46 -60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100
Сапробність	олігосапробні		β - мезаспробні		α - мезаспробні		поли - сапробні
	β - оліго- сапробні	α - оліго- сапробні	β^1 – ме- за- сапробні	β^{11} – меза- сапробні	α^1 – меза- сапробні	α^{11} – меза- сапробні	полі - сапробні
Трофність	Оліго- трофні	мезотрофні		евтрофные		поли троф- ные	гипер трофные
	Оліго- трофні Оліго- Мезо - трофні	мезо трофні	Мезо евтрофні	ев трофні	вполі трофні	полі трофні	гіпер трофні

Блок екологічних класифікацій якості поверхневих вод за критеріями
втримування й біологічної дії специфічних речовин

Таблиця 3.6 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод за кри-
теріями втримування специфічних речовин токсичної дії

Показ- ни- ки,мг/л	Категорії якості води						
	1	2	3	4	5	6	7
ртуть	0,00002	0,00002 - 0,00005	0,00006- 0,0002	0,00021 - 0,0005	0,00051 - 0,001	0,00101- 0,0025	0,0025
кадмій	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003- 0,0005	0,0006 - 0,0015	0,0016- 0,005	0,005
мідь	0,001	0,001	0,002	0,003- 0,01	0,011 - 0,025	0,025- 0,05	0,05
цинк	0,01	0,01 -0,015	0,016 - 0,02	0,021-0,05	0,051 -0,1	0,101- 0,2	0,2
сви- нець	0,002	0,002 - 0,005	0,006 -0,01	0,011 - 0,02	0,021- 0,05	0,051 - 0,1	0,1
хром	<0,002	0,002 - 0,003	0,004 - 0,005	0,006 - 0,01	0,011 - 0,025	0,026 - 0,05	0,05
нікель	<0,001	0,001 - 0,005	0,006 - 0,01	0,011 - 0,02	0,021 - 0,05	0,051 - 0,1	0,1
миш'як	<0,001	0,001 - 0,003	0,004 - 0,005	0,006 - 0,015	0,016 - 0,025	0,026 - 0,035	0,035
залізо	0,05	0,05 - 0,075	0,076 - 0,1	0,101 - 0,5	0,501 - 1	1,001 - 2,5	2,5
марга- нець	0,01	0,01 - 0,025	0,026 - 0,05	0,051 - 0,1	0,101 - 0,5	0,501 - 1,25	1,25
фтори- ди	0,1	0,1 - 0,125	0,126 - 0,15	0,151 - 0,2	0,201 - 0,5	0,501 - 1	1
ціаніди	0	0,001 - 0,005	0,006 -	0,01 - 0,025	0,026 -	0,051 - 0,1	0,1

			0,01		0,05		
нафто- проду- кти	0,01	0,01 - 0,025	0,026 - 0,05	0,051 - 0,1	0,101 - 0,2	0,201 - 0,3	0,3
феноли	0	0,001	0,001	0,002	0,003 - 0,005	0,006 - 0,02	0,02
СПАР	0	0,01	0,01 - 0,02	0,021 - 0,05	0,051 - 0,1	0,101 - 0,25	0,25

Таблиця 3.7 – Екологічна класифікація якості поверхневих вод за критеріями втримування специфічних речовин радіаційної дії

Клас якості води	I - відмінні	II - гарні		III - задовільні		IV - погані	V - дуже погані
Категорія якості води / Показники, мг/дм ³	1 - відмінні	2 - дуже гарні	3 - гарні	4 – задовільне	5 – незадовільне	6 - погані	7 - дуже погані
Сумарна β - активність	<0,163	0,163 – 0,206	0,207 – 0,279	0,280 – 0,390	0,391 – 5,550	5,560 – 9,99	> 9,99
⁹⁰ Sr	<0,023	0,023 – 0,028	0,029 – 0,036	0,037 – 0,111	0,112 – 1,43	1,44 – 3,33	> 3,33
¹³⁷ Cs	<0,0044	0,004 – 0,009 5	0,009 – 0,018 9	0,0186 – 0,185	0,186 – 5,55	5,56 – 55,5	> 55,5

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з наведеним варіантом, наведеним у Додатку А. (практична робота №1)
2. Згрупувати вихідні дані для проведення розрахунків згідно з методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод суши й естуарійів України по трьом блокам показників: блок сольового складу, блок трофосапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блок показників вмісту й біологічної дії специфічних речовин.
3. Визначити до якого класу й категорії якості вод ставляться розглянуті ріки за критерієм мінералізації (табл.3.1, 3.2).

4. Порівняти реальні дані аналітичного контролю якісного стану поверхневих вод з екологічним класифікаціями по трьом блокам показників: блок сольового складу (табл.3.1 - 3.4), блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників (табл.3.5), блок показників вмісту й біологічної дії специфічних речовин (табл.3.6, 3.7).

5. Для кожної річки за всіма показниками визначити середні I_1 , I_2 , I_3 ,

6. Для кожної річки обчислити середній екологічний індекс $I_{e_{cp}}$ по формулі 3.1.

7. Для кожної річки за всіма показниками визначити максимальні I_1 , I_2 , I_3

8. Для кожної річки обчислити максимальний екологічний індекс $I_{e_{cp}}$ по формулі 3.1.

9. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, отриманими згідно з варіантом.

10. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:

- До якого класу якості й до якої категорії ставляться розглянуті річки;
- Яка річка є найбільш забрудненою й чому;
- Де Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні заходи, пояснити чому.

Приклад виконання роботи

Таблиця 3.8 – Визначення екологічних індексів показників аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області по трьом блокам показників екологічної класифікації.

Показники якості води, мг/л	р.Вовча	р.Харків, гир- ло	р.Немишля
Блок сольового складу			
Сума іонів	361,5	624,0	687,0
Хлориди	23,0	40,0	65,0
Сульфати	76,9	172,5	162,0
Блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників			
Амоній сольовий	0,546	0,80	0,34
Нітрити по NO^2	0,098	0,10	0,20
Нітрати по NO^3	8,83	1,65	4,80
Біхроматная окисність, ХСК	22,50	29,3	31,4
БСК ₅	2,34	3,6	4,2
Блок показників вмісту й біологічної дії специфічних речовин			
Залізо загальне	0,78	0,11	0,36

Мідь	0,036	0,002	0,011
Цинк	0	0,021	0,02
Феноли	0	0,003	0,004
Нафтопродукти	0,25	0,21	0,18
СПАР	0,013	0,02	0,02
Хром 6-ти валентний	0,002	0,006	0,006

Відповідно до таблиць 3.1 і 3.2 розглянуті ріки ставляться до прісних олігогалинних вод (2 категорія).

Таблиця 3.9 – Групування показників аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області за середньорічними показниками по трьом блокам показників екологічної класифікації.

Показники якості води, мг/л	р.Вовча		р.Харків, гирло		р.Немишля	
	дані аналітичного контролю	екологічний індекс	дані аналітичного контролю	екологічний індекс	дані аналітичного контролю	екологічний індекс
Блок сольового складу						
Сума іонів	361,5	1	624,0	2	687,0	2
Хлориди	23,0	2	40,0	3	65,0	3
Сульфати	76,9	3	172,5	5	162,0	5
Блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників						
Амоній сольовий	0,546	5	0,80	5	0,34	4
Нітрити по NO ²	0,098	6	0,10	6	0,20	7
Нітрати по NO ³	8,83	7	1,65	6	4,80	7
Біхроматная окисність, ХСК	22,50	3	29,3	4	31,4	5
БСК ₅	2,34	4	3,6	4	4,2	5
Блок показників умісту й біологічної дії специфічних речовин						
Залізо загальне	0,78	5	0,11	4	0,36	4
Мідь	0,036	6	0,002	3	0,011	5
Цинк	0	1	0,021	4	0,02	3
Феноли	0	1	0,003	5	0,004	5
Нафтопродукти	0,25	6	0,21	6	0,18	5
СПАР	0,013	3	0,02	3	0,02	3

Хром 6-ти валентний	0,002	1	0,006	4	0,006	4
---------------------	-------	---	-------	---	-------	---

Таблиця 3.10 – Визначення середнього екологічного індексу за даними аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області

Показники якості води, мг/л	р.Вовча		р.Харків, гирло		р.Немишля	
	середній екологічний індекс	екологічний індекс	середній екологічний індекс	екологічний індекс	середній екологічний індекс	екологічний індекс
Блок сольового складу						
Сума іонів	2	1	3,33	2	3,33	2
Хлориди		2		3		3
Сульфати		3		5		5
Блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників						
Амоній сольовий	5	5	6,2	5	5,6	4
Нітрити по NO ²		6		6		7
Нітрати по NO ³		7		6		7
Біхроматна окисність, ХСК		3		4		5
БСК ₅		4		4		5
Блок показників умісту й біологічної дії специфічних речовин						
Залізо загальне	3,3	5	4,1	4	4,1	4
Мідь		6		3		5
Цинк		1		4		3
Феноли		1		5		5
Нафтопродукти		6		6		5
СПАР		3		3		3
Хром 6-ти валентний		1		4		4
Середній екологічний індекс	3,3		4,5		4,3	
Категорія якості вод	4 - задовільне		5 - посереднє		5 - посереднє	
Клас якості вод	3 - задовільне		3 - задовільне		3 - задовільне	

Таблиця 3.11 – Визначення максимального екологічного індексу за даними аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області

Показники якості води, мг/л	р.Вовча		р.Харків, гирло		р.Немишля	
	максимальний екологічний індекс	екологічний індекс	максимальний екологічний індекс	екологічний індекс	максимальний екологічний індекс	екологічний індекс
Блок сольового складу						
Сума іонів	3	1	5	2	5	2
Хлориди		2		3		3
Сульфати		3		5		5
Блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників						
Амоній сольовий	7	5	6	5	7	4
Нітрити по NO ²		6		6		7
Нітрати по NO ³		7		6		7
Біхроматна окисність, ХСК		3		4		5
БСК ₅		4		4		5
Блок показників умісту й біологічної дії специфічних речовин						
Залізо загальне	6	5	6	4	5	4
Мідь		6		3		5
Цинк		1		4		3
Феноли		1		5		5
Нафтопродукти		6		6		5
СПАР		3		3		3
Хром 6-ти валентний		1		4		4
Середній екологічний індекс	5,3		5,6		5,6	
Категорія якості вод	6 - погане		6 - погане		6 - погане	
Клас якості вод	4 - погане		4 - погане		4 - погане	

Висновки:

Згідно з розрахунками середнього екологічного індексу, виконаного по “Методиці встановлення й використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суши й естуаріїв України” усі розглянуті ріки ставляться до 3 класу якості із задовільним станом. Найбільше значення середнього екологічного індексу має річка Харків (Іе - 4,5, 5 категорія з посередньою якістю вод) (рис.3.1).

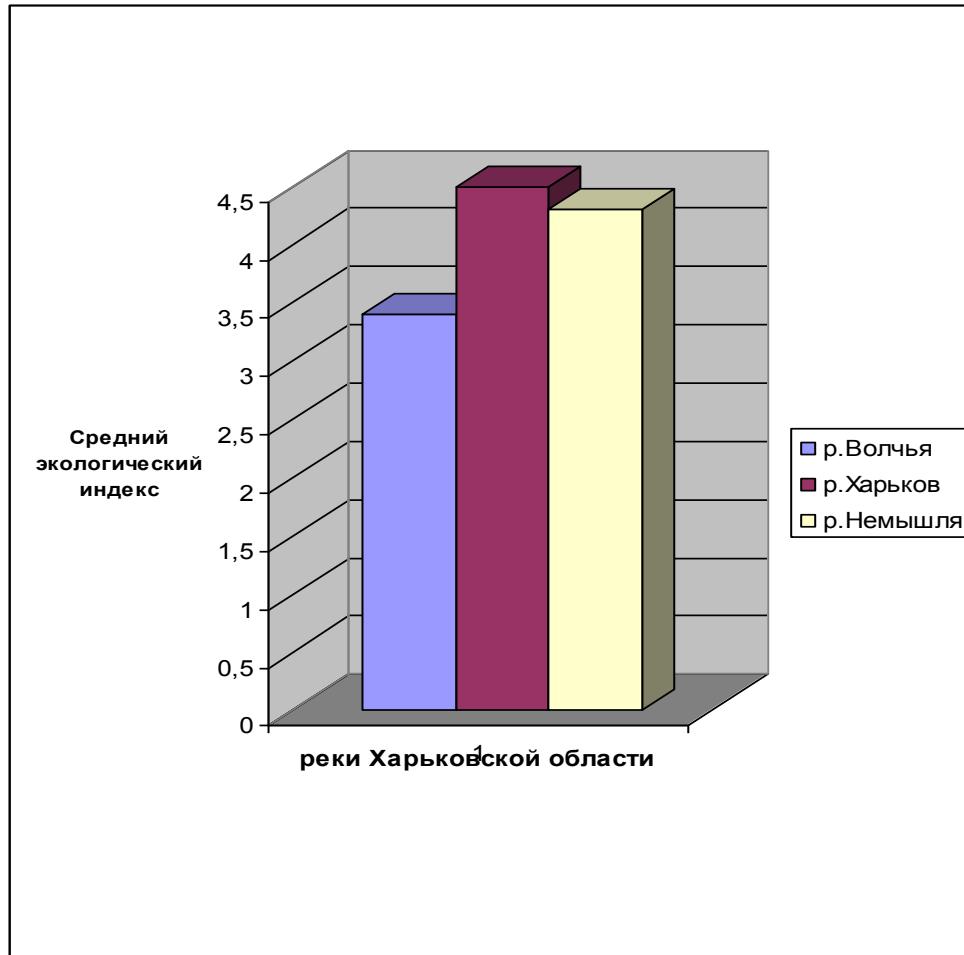


Рисунок 3.1 - Середній екологічний індекс рік Вовча, Харків і Немишля за даними аналітичного контролю якісного стану

2. Згідно з розрахунками максимального екологічного індексу, виконаного по “Методиці встановлення й використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суши й естуаріїв України” усі розглянуті ріки ставляться до 4 класу якості (6 категорії) з поганим станом, що свідчить про необхідність термінової реалізації природоохоронних заходів.

3. Найбільш забрудненими з розглянутих є ріки Харків і Немишля (рис.3.1), отже, саме ці річки потребує першочергових природоохоронних заходів.

Питання для самоконтролю:

1. Який принцип (гігієнічний або екологічний) закладений у побудові інтегрального показника «екологічний індекс»?
2. Характеризуйте область застосування показника «екологічний індекс».
3. Які переваги і які недоліки має показник «екологічний індекс» перед іншими інтегральними показниками якісного стану водних об'єктів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ПРИ РЕКРЕАЦІЙНОМУ ВИКОРИСТАННІ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

План

- 4.1. Оцінка потенційного ризику для здоров'я населення при несприятливому впливі факторів навколишнього середовища.
- 4.2. Метод оцінки потенційного ризику для здоров'я населення при рекреаційним використанні водних об'єктів.
- 4.3. Вплив забруднюючих речовин на виникнення захворюваності населення.
- 4.4. Практичне завдання.

4.1 Оцінка потенційного ризику для здоров'я населення при несприятливому впливі факторів навколишнього середовища

Проблема встановлення причинно-наслідкових зв'язків між станом навколишнього середовища й здоров'ям населення є однією з ведучих серед соціальних проблем, а досвід її вирішення в розвинених країнах світу протягом більш трьох десятиліть доводить її актуальність і гостру необхідність включення в систему державного управління природоохоронною діяльністю. Необхідно відзначити, що визначити взаємозв'язок між станом навколишнього середовища й виникненням захворюваності неможливо, тому що на здоров'я населення впливають не тільки незадовільний якісний стан навколишнього середовища, але й професійні фактори, умови життя, соціальні фактори, і т.п.. Відомо, що протягом життя людина підпадає під вплив не окремого токсичного агента, а цілого набору речовин, які надходять в організм із повітрям, водою, їжею, сигаретним димом і т.п.. Оцінити їхній комбінований вплив на здоров'я людини надзвичайно важко, тому що між речовинами існують взаємодії, які підсилюють або послаблюють їхній загальний вплив.

Аналіз сучасних методів комплексної оцінки стану навколишнього середовища показав, що найбільш перспективним є оцінка потенційного ризику для здоров'я населення, яка заснована на логарифмічній залежності від рівнів впливу забруднюючих речовин і дозволяє адекватно інтегрувати їх, тому що представляє імовірнісну характеристику появи рефлексорних реакцій організму й інших шкідливих ефектів.

У багатьох країнах, у тому числі в США й Росії законодавчо закріплене використання оцінки ризику для здоров'я населення для цілей соціально-гігієнічного моніторингу, екологічної й гігієнічної експертиз, екологічного аудиту, визначення зон екологічного лиха й надзвичайної екологічної ситуації, державного екологічного контролю, обґрунтування планів дій з охорони навколишнього середовища й здоров'я населення.

Під оцінкою ризику розуміється процес аналізу даних моніторингу про стан навколишнього середовища для визначення кількісної ймовірності несприятливого впливу на здоров'я населення шкідливих факторів навколишнього природного середовища.

Оцінка потенційного ризику для здоров'я населення обчислюється окремо залежно від:

- якості атмосферного повітря;
- якості питної води;
- якості водних об'єктів;
- якості ґрунту;
- якості продуктів харчування;
- рівня шуму.

Оцінка потенційного ризику для здоров'я населення дозволяє інтегрувати ризики по окремим забруднюючими речовинами, об'єктами навколишнього середовища, адміністративними й ландшафтними одиницями з метою встановлення комбінованої або комплексної дії негативних факторів. Під комбінованою дією розуміється вплив декількох домішок, які надходять через один з компонентів навколишнього середовища (повітря, вода і т.д.). Комплексна дія - це вплив однієї або декількох домішок, що оцінюється через кілька компонентів навколишнього середовища (повітря, або вода ін.).

При аналізі отриманих величин потенційного ризику для здоров'я населення користуються наступною ранговою шкалою (табл.4.1):

Таблиця 4.1 - Залежність ваги ефектів від величини ризику для здоров'я населення

Risk	Клас	Характеристика ризику
<0,1	1	незначний вплив на здоров'я населення
0,1-0,19	2	слабкий вплив на здоров'я населення
0,2-0,59	3	значний вплив на здоров'я населення
0,6-0,89	4	великий вплив на здоров'я населення
0,9-1,0	5	дуже великий вплив на здоров'я населення

Оцінка потенційного ризику для здоров'я населення дозволяє також ранжувати ризики по окремими забруднюючими речовинами з метою встановлення причини забруднення на основі ідентифікації найнебезпечніших джерел антропогенного впливу на стан навколишнього середовища.

Другим етапом оцінки ризику для здоров'я населення є управління ризиком на основі економічної оцінки ризику, яка дозволяє визначати еколого-економічну ефективність природоохоронних заходів з метою мінімізації впливу антропогенних факторів на стан навколишнього середовища й забезпечення комфортності життя населення.

Таким чином, методи оцінки ризику дуже перспективні, тому що дозволяють на основі адекватної оцінки впливу несприятливих факторів навко-

лишнього природного середовища на здоров'я населення ідентифікувати зони підвищеної екологічної небезпеки й розробляти необхідні управлінські рішення щодо пріоритетності реалізації природоохоронних заходів.

4.2 Метод оцінки потенційного ризику для здоров'я населення при рекреаційному використанні водних об'єктів

Для оцінки якісного стану поверхневих вод обчислюється потенційний ризик здоров'ю населення при рекреаційному використанні, тому що негативний вплив на стан здоров'я людини виявляється при купанні у водних об'єктах шляхом ковтання або ушкодження шкіри. При оцінці ризику для здоров'я населення, який пов'язано з якістю води рекреаційних водних об'єктів окремо обчислюється:

- ризик, що пов'язаний з органолептичними властивостями води;
- ризик, що пов'язаний з епідеміологічною небезпекою води;
- ризик, що пов'язаний із санітарно-токсикологічними властивостями

води.

Оцінка потенційного ризику за органолептичними показниками якості поверхневих вод.

Ризик, пов'язаний з органолептичними властивостями води передбачає оцінку ризику за показниками кольоровості, за водневим показником, за смаком й іншим показниками, які нормуються відповідно доїхнього впливу на органолептичні властивості води.

Ризик за показниками кольоровості визначається відповідно рівнянню:

$$P_{\text{об}} = -3,33 + 0.067(\text{Ц} - \text{Фон} + 20), \quad (4.1)$$

де

Фон - природна кольоровість води, отримана за даними багаторічних спостережень і характерна для даного сезону;

Ц - кольоровість води (у градусах кольоровості).

$P_{\text{об}}$ пов'язаний з імовірністю (ризиком) відповідно закону нормально-го імовірнісного розподілу (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Таблиця нормально-імовірнісного розподілу при взаємозв'язку пробитов і ризику

Prob	Risk	Prob	Risk
-3.0	0.001	0.1	0.540

-2.5	0.006	0.2	0.579
-2.0	0.023	0.3	0.618
-1.9	0.029	0.4	0.655
-1.8	0.036	0.5	0.692
-1.7	0.045	0.6	0.726
-1.6	0.055	0.7	0.758
-1.5	0.067	0.8	0.788
-1.4	0.081	0.9	0.816
-1.3	0.097	1.0	0.841
-1.2	0.115	1.1	0.864
-1.1	0.136	1.2	0.885
-1.0	0.157	1.3	0.903
-0.9	0.184	1.4	0.919
-0.8	0.212	1.5	0.933
-0.7	0.242	1.6	0.945
-0.6	0.274	1.7	0.955
-0.5	0.309	1.8	0.964
-0.4	0.345	1.9	0.971
-0.3	0.382	2.0	0.977
-0.2	0.421	2.5	0.994
-0.1	0.460	3.0	0.999
0.0	0.50		

Для визначення ризику за водневими показниками використовуються рівняння:

$$P_{\text{Гов}} = 4 - \text{pH} \text{ при } \text{pH} \leq 7, \quad (4.2)$$

$$P_{\text{Гов}} = -11 + \text{pH} \text{ при } \text{pH} > 7 \quad (4.3)$$

При оцінці ризику за показниками природного запаху й присмаку використовується формула:

$$P_{\text{Гов}} = -1 + 3,32 \lg(\text{Бали}/2,5), \quad (4.4)$$

Ризик за іншими показниками визначається на основі рівняння :

$$P_{\text{Гов}} = -2 + 3,32 \lg C/C_{\text{ГДК}} \quad (4.5)$$

де

C - концентрація речовини у водному об'єкті;

C_{ГДК} – значення нормативного показника для води водних об'єктів рекреаційного водокористування.

P_{ГОВ} пов'язаний з імовірністю (ризиком) відповідно закону нормально-го імовірнісного розподілу (табл. 4.2).

Оцінка епідеміологічного ризику для здоров'я населення

Епідеміологічний ризик розраховують залежно від таких показників, як колі-індекс, індекс ентерококов та індекс колифагов, використовуючи наступну залежність ризику від цих показників:

$$\text{Risk} = 2,894 - 2,94 \cdot 10^{-5} X_1 + 7,93 \cdot 10^{-4} X_2 + 2,77 \cdot 10^{-4} X_C, \quad (4.6)$$

де

X₁ - число лактозоположителних кишкових паличок в 1 л води водного об'єкта,

X₂ - індекс ентерококов,

X_C - індекс колифагов,

Risk - імовірність того, що вода водного об'єкта може бути небезпечна в епідеміологічному відношенні.

Оцінка потенційного ризику токсикологічної небезпеки для здоров'я населення

Оцінка потенційного ризику токсикологічної небезпеки поверхневих вод обчислюється для речовин, які мають кожно-резорбтивні властивості, для яких характерна здатність проникати через неушкоджену шкіру. Накопичуючись в організмі, вони можуть викликати токсичний ефект. Враховуючи, що реальний час купання звичайно не перевищує 1 години, необхідно використовувати наступне рівняння для оцінки ризику:

$$\text{Risk} = 1 - \exp(\ln(0,84)/(\text{ГДК } K_3) C), \quad (4.7)$$

де

K₃ - коефіцієнт запасу, який вважається рівним 100 для речовин з вираженою ймовірністю віддалених наслідків і 10 для інших речовин.

Оцінка потенційного ризику для здоров'я населення при комбінованому й комплексному впливі забруднення навколишнього природного середовища

Потенційний ризик для здоров'я населення при комбінованому й комплексному впливі забруднення навколишнього природного середовища оцінюється за правилом множення ймовірностей, де як множник виступають не величини ризику здоров'ю, а значення, які характеризують імовірність його відсутності:

$$\text{Risk}_{\text{сум}} = 1 - (1 - \text{risk}_1)(1 - \text{risk}_2)(1 - \text{risk}_3) \dots (1 - \text{risk}_n), \quad (4.8)$$

де

$\text{Risk}_{\text{сум}}$ - потенційний ризик комбінованого або комплексного впливу забруднюючих речовин;

$\text{Risk}_1, \dots, \text{Risk}_n$ - потенційний ризик впливу кожного окремого забруднюючого речовини.

4.3 Вплив забруднюючих речовин на виникнення захворюваності населення

При контакті (заковтуванні або влученні на шкіру) із забруднюючими речовинами можуть виникнути серйозні захворювання.

Сульфати. При потраплянні великих доз в організм сульфати дратують кровотворні органи, сприяють утворенню бісульфитних сполук, метгемоглобіну, викликають зміни в ендокринних органах, кістковій тканині, порушують генеративну функцію організму. Сірчиста й сірчана кислота, що утворюються при взаємодії з водою призводять до змін вуглеводного, білкового обміну в результаті змін ферментативних процесів, зниження утримування вітамінів B_1 і C .

Хлориди. При тривалому контакті організму з невеликими дозами сполук цієї групи відзначається розвиток порушень нервової системи: головний біль із нудотою, загальною слабкістю, запамороченням. Внаслідок потрапляння великих доз хлоридів в організм людини розвивається вегетативно-судинна дистонія, поразка печінки, порушується секреторна функція шлунка, бруньок.

Кальцій. Для інтоксикації характерні скарги астеничного й диспепсичного характеру, можливі загострення латентне, що протікали до цього захворювань травної системи, при тривалому контакті з водою, в якій вміст кальцію перевищує норму, може розвиватися екзема з елементами пустулізації. Іноді висипання поширюються по всьому тілу, що супроводжуються сильною сверблячкою.

Азот амонійний. При хронічній інтоксикації розвиваються диспепсичні порушення й анемія, різні дерматити.

Свинець. Потрапляючи в кров, свинець розноситься в усі органі й тканини. Найбільша кількість свинцю, що всмоктався, депонується в кістках, які мають високу здатність втримувати свинець. У результаті порушуються енергетичні процеси в клітках. Крім того, під впливом навіть низьких концентрацій свинцю змінюється синтез РНК і ДНК, порушуються й пластичні процеси в клітинах, що сприяє підвищенню загальної захворюваності. Найбільше часто страждає нервова система. Типовий розвиток абдомінального синдрому: диспепсичного розладу, запор внаслідок спастичного коліту, дискинетичного розладу шлунку, дванадцятипалої кишки, жовчних шляхів. Тривалий вплив свинцю сприяє більш ранньому розвитку атеросклерозу, погіршує функціональний стан міокарда.

Особливу тривогу викликає забруднення водних об'єктів важкими металами й токсичними речовинами, тому що вони є причиною виникнення онкологічних захворювань і збільшення смертності населення, що в умовах демографічної кризи представляє серйозну проблему.

4.4 Практичне завдання

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з варіантом, що наведено у Додатку А. (практична робота №1)
2. Порівняти реальні дані аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області із ГДК для водойм культурно-побутового водокористування, які наведені в табл.1.1 практичної роботи №1.
3. Для кожної річки виділити речовини, які перевищують ГДК.
4. Обчислити кратність перевищення ГДК ($C_i/C_{ГДК_i}$).
5. Розподілити речовини, що перевищують ГДК, за групами лімітуючої шкідливості.
6. Обчислити по вищенаведених формулах Prob.
7. За таблицею 4.2 знайти Risk для кожної речовини й сумарний Risk для кожної річки.
8. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, що отримані згідно з варіантом.
9. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:
 - До якого класу якості відносяться розглянуті річки;
 - Яка річка є найбільш забрудненою й чому;
 - Де Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні заходи, пояснити чому.

Приклад виконання роботи

Таблиця 4.3 – Порівняння результатів аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області із ГДК культурно-побутового водокористування

Показники якості води, мг/л	ЛПШ	ГДК культурно-побутового водокористування	р.Вовча	р.Харків, гирло	р.Немишля
Сума іонів	заг.	1000,0	361,5	624,0	687,0
Сульфати	орг.	500,0	76,9	172,5	162,0
Хлориди	орг..	350,0	23,0	40,0	65,0
Кальцій	заг.	180,0	68,10	90,6	102,0
Магній	заг.	20,0	8,50	26,2	17,9
Амоній сольовий	орг.	2,58	0,546	0,80	0,34
Нітрити по NO ²	сан.-поб.	3,3	0,098	0,10	0,20
Нітрати по NO ³	сан.-поб.	40,0	8,83	1,65	4,80
Залізо загальне	орг.	0,3	0,78	0,11	0,36
Фосфати	заг.	3,5	0,92	0,79	1,51
БСК ₅	заг.	4,48	2,34	3,6	4,2
Біхроматна окисність, ХСК	заг.	30,0	22,50	29,3	31,4
Мідь	заг.	1,0	0,036	0,002	0,011
Цинк	заг.	1,0	0	0,021	0,02
Феноли	орг.	0,001	0	0,003	0,004
Нафтопродукти	орг.	0,3	0,25	0,21	0,18
СПАР	заг.	0,5	0,013	0,02	0,02
Хром 6-ти валентний	сан.-поб.	0,05	0,002	0,006	0,006

Обчислюємо Risk окремо для кожного забруднюючого речовини й сумарно для кожної річки.

Для переходу з Prob у значення Risk, використовуючи таблицю 2 необхідно інтерполювати значення в такий спосіб. Позначимо значення Probit – x , а Risk – y .

Наприклад, значення Prob = -1,953. Позначимо його – x .

Згідно табл.4.2 приймемо наступні позначення: -1,9 – x_1 ; -2,0 – x_2 ;

Позначимо шуканий Risk – y . Тоді $y_1 = 0,029$; $y_2 = 0,023$. Знаходимо в по формулі 9 і 10:

$$y - y_1 = (x - x_1) \times \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (4.9),$$

Тоді **в** можна обчислити по формулі:

$$y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \times (x - x_1) \quad (4.10)$$

Для прикладу:

$$\text{Risk}(y) = 0,029 + ((0,023 - 0,029)/(-2,0 + 1,9)) \times (-1,953 + 1,9) = 0,029 + ((-0,006/-0,1) \times -0,053) = 0,029 + (0,06 \times -0,053) = 0,029 - 0,003 = 0,026$$

Таблиця 4.4 – Оцінка ризику для здоров'я населення за результатами аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області

Найменування ріки / речовини	Концентрація речовини, С, мг/л	ГДК речовини, мг/л	lg(С/ГДК)	Prob	Risk	Risk сум	Клас якості
р.Вовча						0,267	3
залізо загальне	0,78	0,3	0,415	-0,622	0,267		
р.Харків						0,375	3
феноли	0,003	0,001	0,477	-0,416	0,339		
магній	26,2	20,0	0,117	-1,611	0,954		
р. Немишля						0,533	3
залізо загальне	0,36	0,3	0,079	-1,737	0,042		
ХСК	31,4	30	0,019	-1,934	0,027		
феноли	0,004	0,001	0,602	-0,0011	0,501		

Висновки:

Усі розглянуті річки відносяться до 3 класу якості зі значним впливом на здоров'я населення. При розрахунках Risk розглядаються тільки речовини, які перевищують ГДК. Для р. Вовча це залізо (2,6 ГДК); для р.Харків – феноли (3 ГДК) і магній (1,31 ГДК); для р.Немишля – залізо (1,2 ГДК), ХСК (1,05 ГДК), феноли (4 ГДК).

Найбільш забрудненої з розглянутих є річка Немишля (рис.4.1), отже, саме ця річка потребує першочергових природоохоронних заходів.

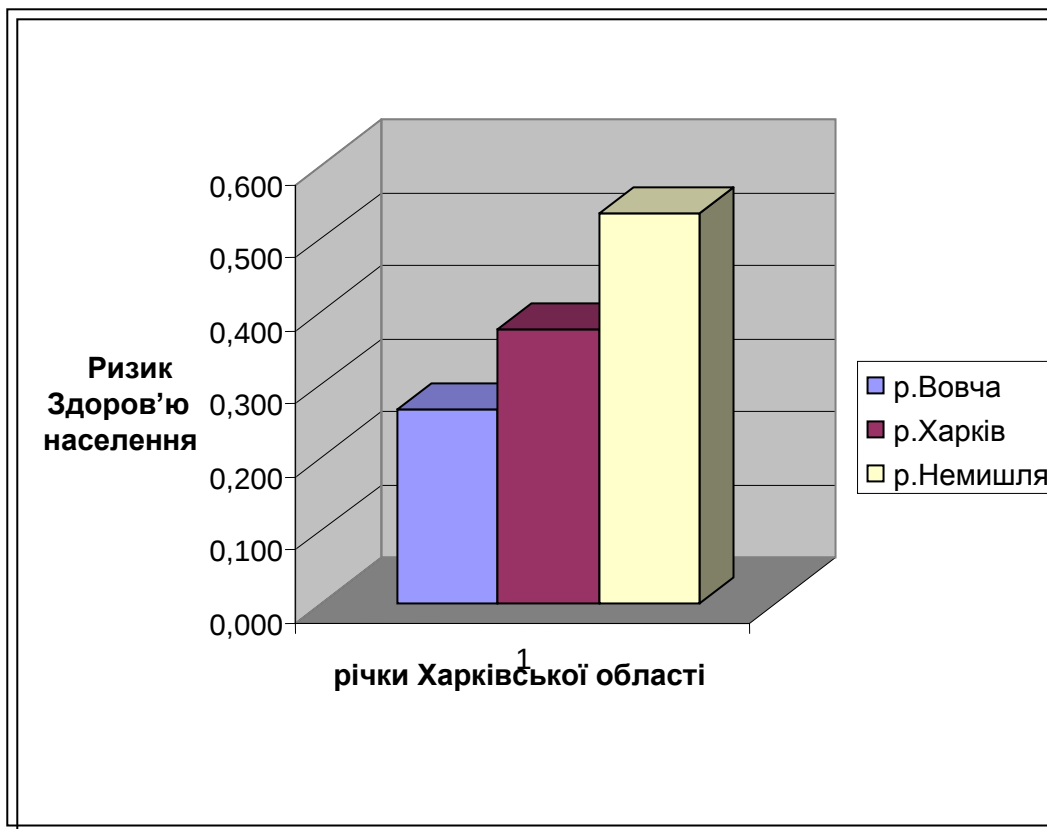


Рисунок 4.1 – Потенційний ризик для здоров'я населення при рекреаційному водокористуванні річок Вовча, Харків і Немишля

Питання для самоконтролю:

1. Який принцип (гігієнічний або екологічний) закладений у побудові інтегрального показника «ризик для здоров'я населення»?

4. Характеризуйте область застосування показника «ризик для здоров'я населення».

5. Які переваги має показник «ризик для здоров'я населення» перед іншими інтегральними показниками якісного стану водних об'єктів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ХАРКІВ-СЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ВЕЛИЧИНОЮ ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ (ІЗА)

План

- 5.1 Визначення речовин, що перевищують ГДК в атмосферному повітрі.
- 5.2 Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених міст.
- 5.3 Комбінована дія сумішей забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
- 5.4 Якісний стан атмосферного повітря в м. Харків
- 5.5 Практичне завдання № 1
- 5.6 Визначення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря – індексу забруднення атмосфери (ІЗА)
- 5.7 Практичне завдання № 2

5.1 Визначення речовин, що перевищують ГДК в атмосферному повітрі

Основою регулювання якості атмосферного повітря населених пунктів є гігієнічні нормативи - гранично допустимі концентрації (далі - ГДК) атмосферних забруднень хімічними і біологічними речовинами, дотримання яких забезпечує відсутність їхнього прямого або непрямого впливу на здоров'я населення й умови його проживання.

Для окремих речовин допускається використання орієнтовно безпечних рівнів впливу (далі - ОБРВ), терміни дії яких установлюються постановою Головного державного санітарного лікаря України.

Величини ОБРВ і клас небезпеки хімічних речовин затверджуються Міністерством охорони здоров'я (далі - Мінздрав) України терміном на 3 роки. Після закінчення терміну дії ОБРВ повинні знову переглядатися у встановленому порядку і знову затверджуватися Мінздравом. З моменту затвердження гранично допустимої концентрації (ГДК) даної речовини установлений ОБРВ в атмосферному повітрі скасовується.

Не допускається перевищення ГДК на селітебних та інших територіях проживання і 0,8 ГДК у місцях масового відпочинку населення, а також на територіях розміщення лікувально-профілактичних установ із тривалим перебуванням хворих і центрів реабілітації, дитячих дошкільних і загальноосвітніх установ.

Дотримання для селітебних територій ГДК, а для зон масового відпочинку 0,8 ГДК, повинно бути забезпечене з обліком сумарної біологічної дії

речовин або продуктів їхньої трансформації в атмосфері, а також забруднення атмосфери за рахунок діючого, споруджуваного і намічених до будівництва об'єктів, що є джерелами забруднення атмосферного повітря.

Запобігання появи запахів і рефлекторних реакцій у населення, а також гострого впливу на здоров'я в період короткочасних підйомів концентрацій забезпечується дотриманням максимальних разових ГДК (далі - ГДК_{мр}).

Запобігання несприятливого впливу на здоров'я населення при тривалому надходженні атмосферних забруднень в організм забезпечується дотриманням середньодобових ГДК (далі - ГДК_{сд}). Не допускається перевищення як максимальних разових, так і середньодобових ГДК, а також ОБРВ.

Для речовин, що мають тільки середньодобові ГДК, при використанні розрахункових методів визначення ступеня забруднення атмосфери використовуються ГДК_{сд}.

Забороняється розміщати, проектувати, будувати і вводити в експлуатацію об'єкти, що є джерелами забруднення атмосфери, на територіях з рівнями забруднення, що перевищують установлені нормативи.

Реконструкція і технічне переозброєння діючих об'єктів дозволяється на таких територіях за умови скорочення на них викидів в атмосферу до гранично допустимих викидів (далі - ГДВ). Нормативи ГДВ, установлені для кожного джерела діючих об'єктів, затверджуються спеціально уповноваженими державними органами після узгодження їх з органами й установами державного санітарного нагляду.

Кожен об'єкт, що є джерелом забруднення атмосферного повітря, повинний забезпечити систему контролю і спостереження за забрудненням атмосферного повітря селітебної території в зоні впливу викидів цього об'єкта. Система контролю і спостереження повинна відповідати вимогам ДСТУ 17.2.3.01-86 "Правила контролю якості атмосферного повітря населених міст". Розміщення постів спостереження, перелік забруднюючих речовин, що підлягають контролю, методи їхнього визначення, а також періодичність добору проб атмосферного повітря узгоджуються з органами й установами державного санітарного нагляду.

Результати відомчого контролю і спостереження за забрудненням атмосферного повітря представляються в органи й установи державного санітарного нагляду за погодженою формою. Узагальнені за рік результати досліджень атмосферного повітря представляються з аналізом причин динаміки зміни забруднення за останні 3 роки і заходами щодо зниження забруднення атмосфери з конкретними термінами їхнього виконання.

5.2 Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених міст

В таблиці 5.1 наведено величини ГДК максимально разових і середньодобових забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць, а також лімітуючий показник шкідливості і клас небезпеки.

Назви індивідуальних речовин за абеткою приведені, де це було можливо, відповідно до правил Міжнародного союзу теоретичної і прикладної хімії, (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) (граф 2) і забезпечені реєстраційними номерами Chemical Abstracts Service (CAS) (граф 3) для полегшення ідентифікації речовин. У графі 4 приведені формули речовин.

Величини нормативів, як правило, приведені в мг речовини на 1 м³ повітря (графи 5 і 6).

У графі 5 — максимальні разові й у графі 6 — середньодобові ГДК. При використанні інших одиниць виміру вмісту речовин у повітрі (наприклад, волокон на 1 мол і т.д.) ці випадки спеціально обговорені по тексту викладу.

Речовини розділені на чотири класи небезпеки (граф 6):

1 клас - надзвичайно небезпечні,

2 клас – високо небезпечні,

3 клас - помірковано небезпечні,

4 клас – мало небезпечні.

Таблиця 5.1 - Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених міст

Найменування речовини	№ СА	Формула	Величина ГДК (мг/м ³)		Клас небез- пеки
			максі- маль- ная разова	сред- ньо- добова	
Азоту діоксид	10102-44-0	NO ₂	0,085	0,04	2
Азотна кислота	7697-37-2	HNO ₃	0,4	0,15	2
Азот (II) оксид	10102-43-9	NO	0,4	0,06	3
Азот трифторид	7783-54-2	F ₃ N	0,4	0,2	3
Алкани C ₁₂₋₁₉ /у перерахуванні на С/		C ₁₂₋₁₉ H ₂₆₋₄₀	1	-	4
Аміак	7664-41-7	NH ₃	0,2	0,04	4
Амоній нітрат	6484-52-2	H ₄ N ₂ O ₃	-	0,3	4
Амоній хлорид	12125-02-9	ClH ₄ N	0,2	0,1	3
Барій і його солі (ацетат, нітрат,			0,015	0,004	2

нітрит, хлорид) /у перерахуванні на барій/					
Барій карбонат /у перерахуванні на барій/	513-77-9	CBaO ₃	-	0,004	1
Бензамид	55-21-0	C ₇ H ₇ NO	0,075	0,03	3
Бенз/а/пірен	50-32-8	C ₂₀ H ₁₂	-	0,1 мкг/ 100 м ³	1
Бензілацетат	140-11-4	C ₉ H ₁₀ O ₂	0,01	-	4
Бензілбензоат	120-51-4	C ₁₄ H ₁₂ O	0,13	-	3
Бензин (нафтовий, малосернистий) /у перерахуванні на вуглець/	8032-32-4		5	1,5	4
Бензол	71-43-2	C ₆ H ₆	0,3	0,1	2
Бериллій і його сполуки /у перерахуванні на бериллій/			-	0,00001	1
Бром	7726-95-6	Br ₂		0,04	2
Бромбензол	108-86-1	C ₆ H ₅ Br	-	0,03	2
Бутан	106-97-8	C ₄ H ₁₀	200	-	4
Завислі речовини			0,5	0,15	3
Гексан	110-54-3	C ₆ H ₁₄	60	-	4
Гідрохлорид	7647-01-0	ClH	0,2	0,1	2
Діоксини /у перерахуванні на 2,3,7,8-тетра-хлордібензо-1,4-диоксин/	1746-01-6	C ₁₂ H ₁₄ Cl ₄ O ₂	-	0,5* пг/м ³	1
Залізо сульфат /у перерахуванні на залізо/	7720-78-7	FeO ₄ S	-	0,007	3
Залізо трихлорид /у перерахуванні на залізо/	7705-08-0	Cl ₃ Fe	-	0,04	2
Зола сланцева			0,3	0,1	3
Ізобутан	75-28-5	C ₄ H ₁₀	15	-	4
Йод	7553-56-2	I ₂	-	0,03	2
Кадмій оксид /у перерахуванні на кадмій/	1306-19-0	CdO	-	0,0003	1
Кадмій сульфат /у перераху-	7790-	CdO ₄ S	-	0,0003	1

ванні на кадмій/	84-3				
Калій хлорид	7447-40-7	ClK	0,03	0,01	4
Кальцій карбонат	471-34-1	CaCO ₃	0,5	0,15	3
Карбамід	57-13-6	CH ₄ N ₂ O	-	0,2	4
Магній оксид	1309-48-4	MgO	0,4	0,05	3
Мазутна зола теплоелектростанцій /у перерахуванні на ванадій/			-	0,002	4
Марганець і його сполуки /у перерахуванні на марганець (IV) оксид/			0,01	0,001	2
Мідь оксид /у перерахуванні на мідь/	1317-38-0	CuO	-	0,002	2
Мідь сульфат /у перерахуванні на мідь/	18939-64-2	CuO ₄ S	0,003	0,001	2
Мідь сульфід (1:1) /у перерахуванні на мідь/	14013-02-6	CuO ₃ S	0,003	0,001	2
Мідь хлорид /у перерахуванні на мідь/	7758-89-6	ClCu	-	0,002	2
Метанол	67-56-1	CH ₄ O	1	0,5	3
Метиламін	74-89-5	CH ₅ N	0,004	0,001	2
Метилацетат	79-20-9	C ₃ H ₆ O ₂	0,07	-	4
Молібден і його неорганічні сполуки			-	0,02	3
Миш'як, неорганічні сполуки /у перерахуванні на миш'як/			-	0,0003	2
Натрій йодид	7681-82-5	INa	-	0,03	2
Натрій, сульфід-сульфатні солі			0,3	0,1	3
Натрій хлорид	7647-14-5	ClNa	0,5	0,15	3
Нафталін	91-20-3	C ₁₀ H ₈	0,007	-	4
Нікель	7440-02-0	Ni	-	0,001	2
Нікель оксид /у перерахуванні на нікель/	1313-99-1	NiO	-	0,001	2
Нікель розчинні солі /у перерахуванні на нікель/			0,002	0,0002	1
Нікель сульфат /у перерахуванні на нікель/	7786-81-4	NiO ₄ S	0,002	0,001	1

Нітробензол	98-95-3	$C_6H_5NO_2$	0,008	-	2
Озон	10028-15-6	O_3	0,16	0,03	1
Пил азбестовмісна (зі вмістом хризотіласбесту до 10%) /по азбесту/			-	0,06	1
Пил викидів тютюнових фабрик (зі змістом нікотину до 2,7%) /у перерахуванні на нікотин/			0,0008	0,0004	4
Пил крохмалю	9005-25-8	$(C_6H_{10}O_5)_n$	0,5	0,15	4
Пил борошняна			1	0,4	4
Пил неорганічний, утримуючий двоокис кремнію в %: - більш 70 (динас і ін.) - 70-20 (шамот, цемент, пил цементного виробництва - глина, глинистий сланець, доменний шлак, пісок, клінкер, зола кремнезем і ін.) < 20 (доломит, пил цементного виробництва - вапняк, крейда, недогарки, боксит і ін.)			0,15 0,3 0,5	0,05 0,1 0,15	3 3 3
Пил поліметалева свинцево-цинкового виробництва (зі вмістом свинцю до 1%)			-	0,0001	1
Пил бавовняна			0,2	0,05	3
Ртуть	7439-97-6	Hg		0,0003	1
Ртуть оксид /у перерахуванні на ртуть/	21908-53-2	HgO	-	0,0003	1
Ртуть хлорид /у перерахуванні на ртуть/	10112-91-1	Cl_2Hg_2	-	0,0003	1
Свинець і його неорганічні сполуки /у перерахуванні на свинець/	7439-92-1		0,001	0,0003	1
Свинець сульфід /у перерахуванні на свинець/	7446-10-8	O_3PbS	-	0,0017	1
Сірка диоксид	7446-09-5	O_2S	0,5	0,05	3
Сірчана кислота /по молекулі H_2SO_4 /	7664-93-9	H_2O_4S	0,3	0,1	2
Сірковуглець	75-15-0	CS_2	0,03	0,005	2

Скипидар (у перерахуванні на вуглець)	8006-64-2		2,0	1,0	4
Смола легка високошвидкісного піролізу бурих вугілів			0,2	-	2
- по органічному вуглецю			0,004	-	2
- по фенолах					
Вуглеводні граничні C ₁₂₋₁₉ (розчинник РПК 265П и ін.)			1	-	4
Вуглець	1333-86-4	C	0,15	0,05	3
Вуглець оксид	630-08-0	CO	5	3	4
Вугільна зола теплоелектростанцій* (зі змістом окису кальцію 35-40%, дисперсністю до 3 мкм і нижче не менш 97%)			0,05	0,02	2
Формальдегід	50-00-0	CH ₂ O	0,035	0,003	2
Фториди неорганічні погано розчинні - (алюмінію фторид, кальцію фторид, натрію гексафторалюмінат)		Al ₃ , CaF, Na ₃ AlF ₆	0,2	0,03	2
Фториди неорганічні добре розчинні - (натрію фторид, натрію гексафторид)		NaF, Na ₃ SiF	0,03	0,01	2
Хлор	7782-50-5	Cl ₂	0,1	0,03	2
Хлорбензол	108-90-7	C ₆ H ₅ Cl	0,1	-	3
Хлоретан	75-00-3	C ₃ H ₅ Cl	-	0,2	4
Хром /у перерахуванні на хрому (VI) оксид/			-	0,0015	1
Цезій йодид	7789-17-5	CsI	-	0,004	2
Циклогексан	110-82-7	C ₆ H ₁₂	1,4	-	4
Цинк оксид /у перерахуванні на цинк/	1314-13-2	OZn	-	0,05	3
Цинк сульфат /у перерахуванні на цинк/	7733-02-1	O ₄ SZn	-	0,008	2
Етанол	64-17-5	C ₂ H ₆ O	5	-	4
Етилбензол	100-41-4	C ₈ H ₁₀	0,02	-	3

5.3. Комбінована дія сумішей забруднюючих речовин в атмосферному повітрі

При спільній присутності в атмосферному повітрі декількох речовин, що володіють сумацією дії, сума їхніх концентрацій не повинна перевищувати 1 (одиницю) при розрахунку по формулі:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + \dots + C_i/\text{ГДК}_i < 1 \quad (5.1)$$

де:

$C_1, C_2, \dots, C_n$ - фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі;

$\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \dots, \text{ГДК}_n$ - гранично допустимі концентрації тих же речовин.

Речовини, що мають ефект сумації приведені нижче:

Аміак, сірководень

Аміак, сірководень, формальдегід

Аміак, формальдегід

Азоту диоксид і оксид, мазутна зола, сірки диоксид

Азоту диоксид, гексан, вуглецю оксид, формальдегід

Азоту диоксид, гексен, сірки диоксид, вуглецю оксид

Азоту диоксид, сірки диоксид

Азоту диоксид, сірки диоксид, вуглецю оксид, фенол

Акрилова і метакрилова кислоти

Ацетальдегід, вінілацетат

Ацетон, акролеин, фталевий ангідрид

Ацетон, фенол

Ацетон, ацетофенон

Ацетон, фурфурол, формальдегід і фенол

Ацетон, трикрезол, фенол

Ацетофенон, фенол

Бензол і ацетофенон

Валеріанова, капронова і масляна кислоти

Вольфрамівий і сірчистий ангідриди

Гексахлоран і фозалон

2,3-дихлор-1,4-нафтахинон і 1,4-нафтахинон

1,2-Дихлорпропан, 1,2,3-Трихлорпропан і тетрахлоретилен

Озон, двоокис азоту і формальдегід

Свинцю оксид, сірки диоксид

Сірководень і динил

Сірководень, формальдегід

Сірчанокислі мідь, кобальт, нікель, сірки диоксид

Сірки диоксид, кислота сірчана

Сірки диоксид, нікель металевий

Сірки диоксид, сірководень

Сірки диоксид, вуглецю оксид, фенол і пил конверторного виробництва

Сірки диоксид, фенол

Сірки диоксид, фтористий водень
Сірки диоксид і трехокись сірки, аміак і окисли азоту
Сильні мінеральні кислоти (сірчана, соляна і азотна)
Вуглецю оксид і пил цементного виробництва
Оцтова кислота й оцтовий ангідрид
Оцтова кислота, фенол, етилацетат
Фурфурол, метиловий і етиловий спирти
Циклогексан і бензол

5.4 Якісний стан атмосферного повітря в м. Харків

Харківський обласний центр по гідрометеорології проводить спостереження за забрудненням атмосферного повітря міста Харкова на 10 стаціонарних пунктах спостереження (ПСЗ). Усього проаналізовано 46 861 проб повітря по 20 забруднюючих інгредієнтах.

Пил. Спостереження за вмістом пилу в атмосферному повітрі міста проводяться на всіх 10 стаціонарних пунктах спостереження. Усього проаналізовано 7042 проб повітря, з них 2,7 % мають концентрації, що перевищують гранично допустимий норматив. Середньорічна концентрація пилу по місту складає $0,12 \text{ мг/м}^3$. Індекс забруднення атмосферного повітря пилом 0,82. Індекс забруднення менше 1, тобто середньорічна концентрація пилу в цілому по місту не перевищує середньодобову гранично допустиму норму.

Двоокис азоту. Спостереження за вмістом двоокису азоту в атмосферному повітрі міста проводяться на всіх 10 стаціонарних пунктах спостереження. Проаналізовано 9549 проб повітря, з них 2,6 % мають концентрації, що перевищують максимальну-разову гранично допустиму норму. Індекс забруднення атмосфери двоокисом азоту 0,71. Середньорічна концентрація двоокису азоту в цілому по місту - $0,03 \text{ мг/м}^3$ при гранично допустимій нормі $0,04 \text{ мг/м}^3$. Максимальна концентрація в 2,8 разів перевищувала норматив.

Оксид вуглецю. Спостереження за вмістом оксиду вуглецю в атмосфері міста проводяться на всіх 10 пунктах спостереження. Усього проаналізовано 5628 проб повітря. Індекс забруднення атмосфери оксидом вуглецю 0,69.

Фенол. Спостереження за вмістом фенолу в атмосферному повітрі міста проводяться на 3 стаціонарних пунктах спостереження. Усього проаналізовано 3215 проб повітря, з них 2,8 % мають концентрації, що перевищуючі гранично допустиму норму. Середньорічна концентрація фенолу в цілому по місту нижче середньодобової ГДК, дорівнює $0,002 \text{ мг/м}^3$, індекс забруднення атмосфери міста фенолом 0,65.

Формальдегід. Спостереження за вмістом формальдегіду в атмосферному повітрі міста проводяться на 7 стаціонарних пунктах спостереження. Усього проаналізовано 7477 проб повітря, з них 0,4 % проб мають концентрації, що перевищують гранично допустиму норму. Середньорічна концентрація формальдегіду в цілому по місту на рівні середньодобової гранично допустимої норми (ГДК $0,003 \text{ мг/м}^3$).

Важкі метали. Спостереження за вмістом важких металів в атмосферному повітрі міста проводяться в районі Салтівки (ПСЗ № 19, Салтівське шосе) і в Центральному районі (ПСЗ № 11, переул. Театральний).

Аналіз даних проб повітря по кадмію, міді, цинку, свинцю, марганцю, залізу показав незначне зниження середньомісячних концентрацій у цілому по місту: заліза - $0,82 \text{ мкг/м}^3$, марганцю - $0,03 \text{ мкг/м}^3$, нікелю - $0,04 \text{ мкг/м}^3$, хрому $0,03 \text{ мкг/м}^3$. Вміст усіх перелічених металів у межах відповідних гранично допустимих концентрацій за середньомісячним значенням.

Бенз(а)пирен. Лабораторія проводить спостереження за вмістом бенз(а)пирену в атмосферному повітрі міста на 4 стаціонарних пунктах у районах Павлового поля (ПСЗ № 9, вул.23 Августа), Іванівки (ПСЗ №13, вул.Пашенківська), Сокольників (ПСЗ № 17,переул. Деревянко і Білгородського шосе), на проспекті Героїв Сталінграда (ПСЗ № 18). Аналіз даних середньомісячних концентрацій бенз/а/пирену показав, що середня по місту концентрація в 1,2 рази перевищує середньодобову гранично допустиму норму.

5.5. Практичне завдання № 1

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків відповідно до варіанту, що наведено в Додатку Б.

2. Порівняти реальні дані аналітичного контролю якісного стану атмосферного повітря м. Харкова з ГДК, що приведені в табл. 5.1.

3. Для кожного поста виділити речовини, що перевищують ГДК.

4. Обчислите кратність перевищення ГДК ($C_i/C_{ГДКі}$).

5. Порівняти кратність перевищення ГДК аналізованих постів спостереження із середньорічними даними по м.Харків.

6. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, отриманими відповідно до варіанта.

7. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:

- Які речовини перевищують ГДК і до якого класу небезпеки вони відносяться;
- Який пост спостережень є найбільш забрудненим і чому;
- Де Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні заходи при обмеженому фінансуванні, пояснити чому.

У додатку Б приведені результати аналітичного контролю якісного стану атмосферного повітря м.Харків за середньорічними показниками.

У таблиці Б.1 приведені варіанти для самостійного виконання практичної роботи № 1.

Приклад виконання роботи

Таблиця 5.2 – Порівняння результатів аналітичного контролю якісного стану атмосферного повітря м. Харкова за середньорічними показниками із середньодобовими ГДК.

Назва речовини	Середня концентрація, мг/м ³	ГДК с.д., мг/м ³	Клас небезпеки	Кратність перевищення ГДК
Харків, пост 9				
01 завислі речовини	0,241	0,15	3	1,606
02 двоокис сірки SO ₂	0,008	0,05	3	0,169
04 окис вуглецю	3,129	3	4	1,043
05 двоокис азоту NO ₂	0,026	0,04	2	0,658
10 фенол	0,003	0,003	2	0,845
22 формальдегід	0,004	0,003	2	1,239
Харків, пост 11				
01 завислі речовини	0,055	0,15	3	0,367
02 двоокис сірки SO ₂	0,008	0,05	3	0,168
04 окис вуглецю	1,786	3	4	0,593
05 двоокис азоту NO ₂	0,037	0,04	2	0,923
22 формальдегід	0,003	0,003	2	1,114
Харків, пост 12				
01 завислі речовини	0,059	0,15	3	0,399
02 двоокис сірки SO ₂	0,008	0,05	3	0,153
04 окис вуглецю	1,673	3	4	0,558
05 двоокис азоту NO ₂	0,021	0,04	2	0,516
22 формальдегід	0,002	0,003	2	0,732

Таблиця 5.3 – Порівняння результатів аналітичного контролю якісного стану атмосферного повітря м. Харкова (пости 9, 11,12) із середньорічними даними по м.Харкову.

Назва речовини	Середня концентрація, мг/м ³	ГДК с.з., мг/м ³	Кратність перевищення ГДК на пості спостереження	Середня концентрація по м.Харків, мг/м ³	Кратність перевищення ГДК по м.Харків
----------------	---	-----------------------------	--	---	---------------------------------------

Харків, пост 9					
04 окис вуглецю	3,129	3	1,043	2,07	0,69
05 двоокис азоту NO ₂	0,026	0,04	0,658	0,03	0,75
10 фенол	0,003	0,003	0,845	0,002	0,67
22 формальдегід	0,004	0,003	1,239	0,003	1
Харків, пост 11					
04 окис вуглецю	1,786	3	0,593	2,07	0,69
05 двоокис азоту NO ₂	0,037	0,04	0,923	0,03	0,75
22 формальдегід	0,003	0,003	1,114	0,003	1
Харків, пост 12					
04 окис вуглецю	1,673	3	0,558	2,07	0,69
05 двоокис азоту NO ₂	0,021	0,04	0,516	0,03	0,75
22 формальдегід	0,002	0,003	0,732	0,003	1

Висновки:

1. Причиною поганого якісного стану атмосферного повітря в м.Харків є перевищення ГДК по нижчеподаних забруднюючих речовинах:

- м.Харків, пост № 9 – формальдегід 1,24 ГДК, завислі речовини 1,61 ГДК, окис вуглецю 1,04 ГДК (рис.5.1);
- м. Харків, пост № 11 – формальдегід 1,114 ГДК (рис.5.2).

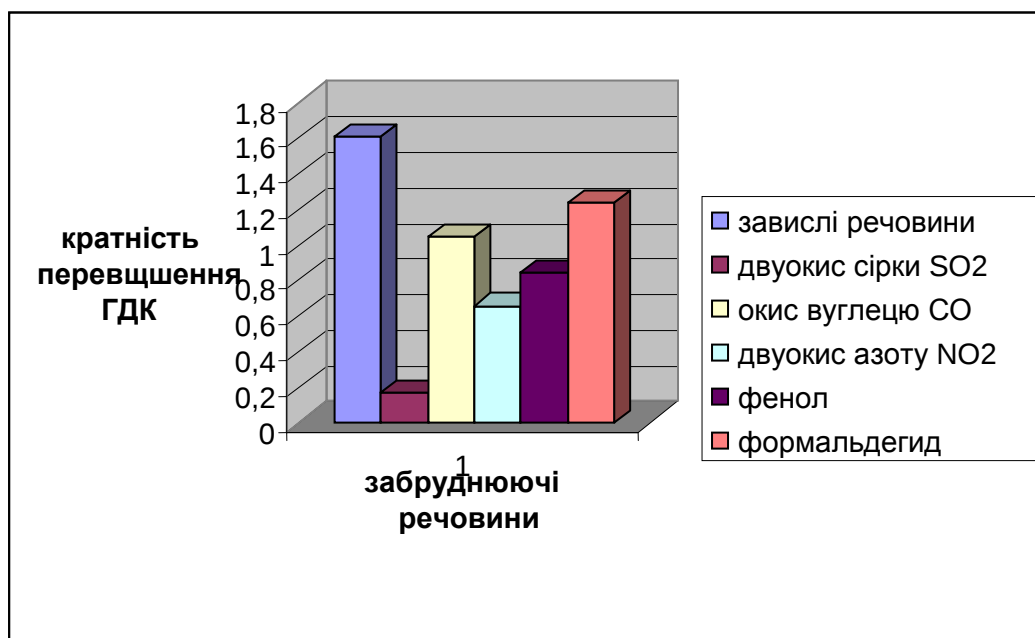


Рисунок 5.1 – Кратність перевищення забруднюючих речовин атмосферного повітря на посту №9 у м.Харків.

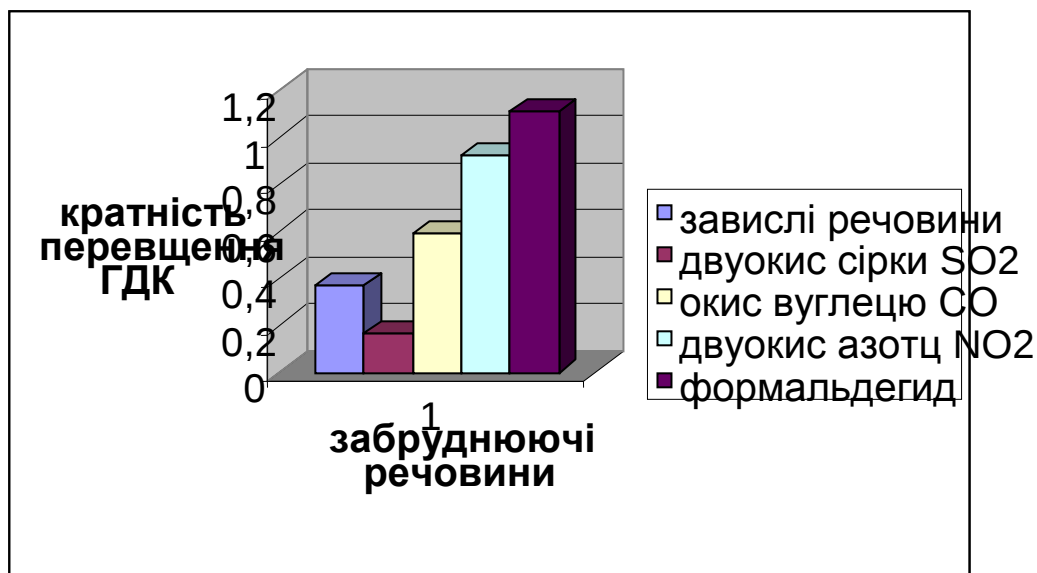


Рисунок 5.2 – Кратність перевищення забруднюючих речовин атмосферного повітря на посту №11 у м.Харків.

2. Найбільш забрудненим постом спостережень за якісним станом атмосферного повітря з розглянутих є пост №9, тому що на цьому посту спостережень мають перевищення ГДК по трьох забруднюючих речовинах (формальдегід, завислі речовини й окис вуглецю), на посту спостережень №11 ГДК перевищено тільки по формальдегіду, а на посту спостережень №12 не спостерігається перевищення ГДК.

3. На посту спостережень №9 кратність перевищення ГДК забруднюючих речовин більше, ніж у середньому по м.Харків (рис.5.3). Отже, насамперед, необхідно проаналізувати причини забруднення атмосферного повітря в місці розміщення поста спостережень №9 і реалізувати природоохоронні заходи.

Дані про якість, склад і характеристики шкідливих речовин, що надходять в атмосферу, необхідні, насамперед, для визначення заходів щодо зниження забруднення від діючих промислових підприємств, і тих, котрі проєктуються, та їхнього обліку при складанні планів розвитку, у тому числі для передпланових оцінок схем охорони природи і районного планування, а також для прогнозу рівня забруднення повітря в містах як на ближній, так і на тривалій період і, зрештою, для оцінки збитку, що наноситься народному господарству забрудненням шкідливими речовинами навколишнього середовища.

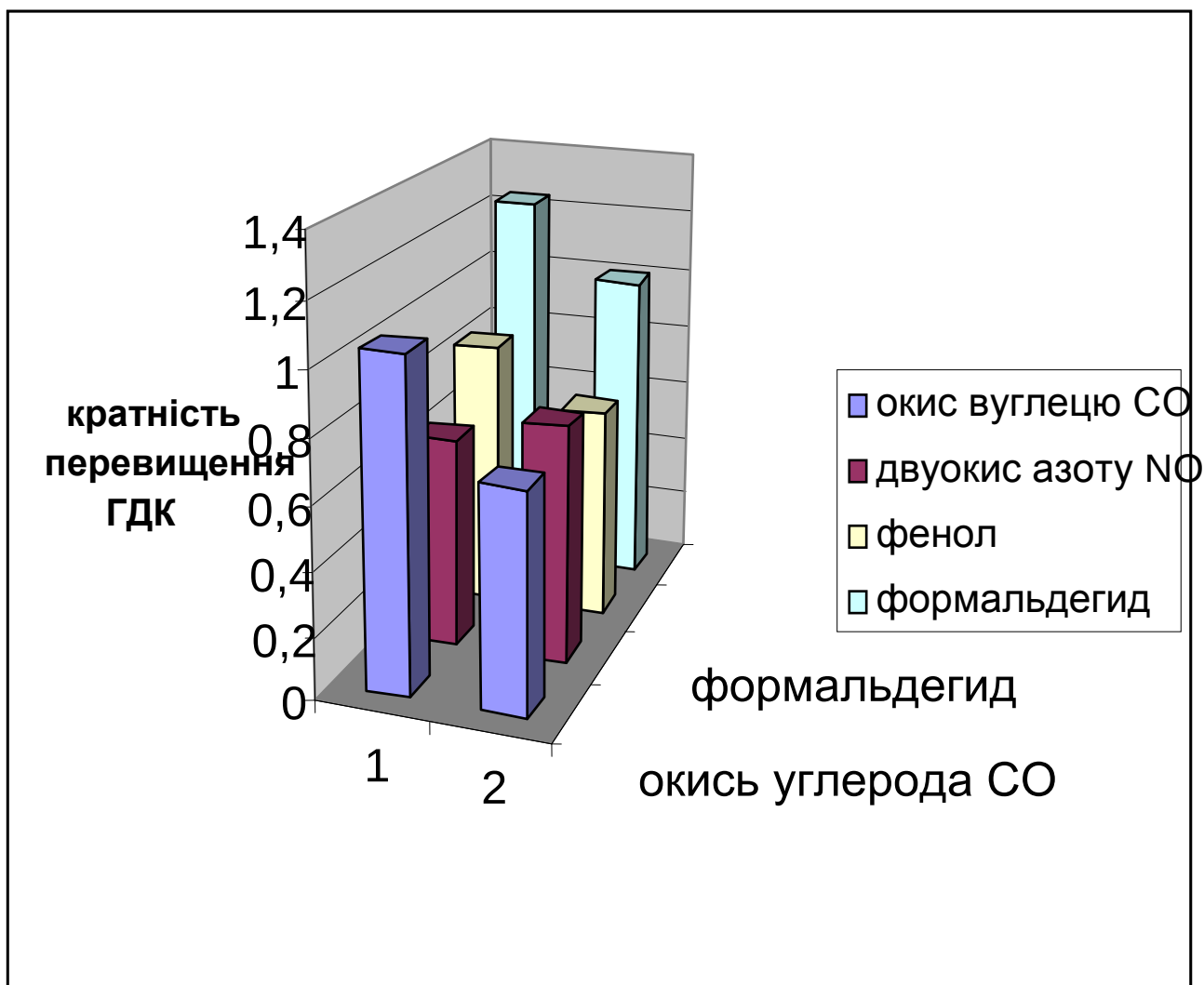


Рисунок 5.3 – Порівняння кратності перевищень ГДК забруднюючих речовин на посту спостережень №9 з усередненими даними по м. Харків

5.6. Визначення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря – індексу забруднення атмосфери (ІЗА)

У токсикології небезпеку речовини прийнято встановлювати на основі, як якісних характеристик її дії, так і численних параметрів токсикометрії і їх похідних, які характеризують потенційну й реальну небезпеку впливу забруднюючих речовин. У гігієнічній практиці забруднюючі речовини розділяють на 4 класу небезпеки. При цьому можливий один із двох випадків впливу класу небезпеки речовини на ефект її дії: ефект дії речовини або залежить, або не залежить від її класу небезпеки. У дослідженнях забруднення атмосфери коефіцієнт, який враховує клас небезпеки забруднюючої речовини, знаходить широке застосування. Однак спостерігаються важливі розбіжності в його оцінці. Нижче наведена порівняльна таблиця значень коефіцієнтів приведення забруднюючих домішок атмосфери до третього класу небезпеки

(табл. 5.4) за даними Московського НДІ ОКГ ім. А. Н. Сисіна, ЦОЛПУВ, Київського НДІ ОКГ ім. А. Н. Марзеева й ГГО ім. А. І. Воейкова.

Таблиця 5.4 - Коефіцієнти приведення забруднюючих речовин до третього класу небезпеки

Клас	МНДІ ОКГ	ЦОЛПУВ	КНДІ ОКГ	ГГО
1	2,36	2	4	1,7
2	1,26	1,33	1,5	1,3
3	1,0	1,0	1,0	1,0
4	0,86	0,5	0,75	0,80

При загальній одночасній присутності в атмосфері суміші з декількох забруднюючих речовин у гігієнічних дослідженнях прийнято враховувати коефіцієнт ефекту їх комбінованої дії. Коефіцієнт комбінованої дії суміші забруднюючих речовин, одночасно присутніх в атмосферному повітрі, має наступні значення: N - незалежна дія суміші з N речовин; 1 - дія суміші по типу суммації їх ефектів при ізолюванні дії; 0,5 - посилення дії суміші щодо суми їх ефектів при ізолюванні дії; $\sqrt{N}$ - ослаблення ефекту дії простої суміші або

складної суміші з невідомим характером дії; $\sqrt{N_2 + \sum_{i=1}^{n_i} K_g^2}$ - комбінована дія складної суміші, яка складається з N_1 речовин (простих сумішей), характер дії (K_g) яких відомий, і з N_2 речовин з невідомим характером дії із зазначеними сумішами.

При одночасній загальній присутності в атмосфері декількох забруднюючих речовин, які мають ефект суммації дії, їх сумарна концентрація (для кожної групи зазначених речовин односпрямованої дії) повинна задовольняти умові безпеки:

$$\sum (C_i / \text{ГДК}_i) \leq 1, \quad i=\overline{1, N} \quad (5.2)$$

Величина відношення концентрації окремої речовини до значення її гранично допустимої концентрації характеризує кратність перевищення або недосагнення рівня фактичного забруднення його санітарній нормі: $K_i = C_i / \text{ГДК}_i$. Тепер відомо кілька різних підходів до розробки показників, застосовуваних для оцінки забруднення. У деяких роботах показано, що при оцінці сумарного забруднення атмосферного повітря слід враховувати клас небезпеки забруднюючих речовин, кратність перевищення ГДК домішки, характер комбінованої дії речовин, які спільно присутні в повітрі.

Останнім часом одержав поширення в гігієнічних дослідженнях більш інформативний показник - індекс забруднення атмосфери міст:

$$\text{ІЗА} = \sum a_i (b_i C_i / \text{ГДК}_i - P_i), \quad i=\overline{1, N}, \quad (5.3)$$

де

a_i - коефіцієнт, який враховує клас небезпеки i -ої речовини;

b_i - коефіцієнт, який враховує ефект дії i -ої речовини;

P_i - величина, яка враховує поріг дії i -ої речовини.

Базисною одиницею виміру служить величина лінійного відхилення концентрації речовин від їхніх порогів дії. У наведеній формулі різниця між концентрацією речовини й порогом її дії характеризує величину лінійного відхилення рівня забруднення від санітарної норми незалежно від напрямку відхилення. Тому розрахункове вираження по своєму математичному змісту допускає можливість негативного результату (або нульового). Перше можливо в тому випадку, коли концентрації всіх домішок нижче їх порогів. Такий результат може служити ознакою відсутності небезпеки забруднення, але для збереження коректності обчислювальних операцій потрібно введення додаткової умови, яка дозволяє відсівати "незначні" домішки. При даній формі запису формули нульовий результат можливий у випадку взаємної компенсації позитивних і негативних значень відхилень, які суперечать принципу критерію оцінки забруднення. Уникнути цього можна заміною в розрахунковій формулі величини лінійного відхилення на його абсолютну величину. Слід також указати, що в розглянутому показнику врахована лише частина видів ефекту загальної дії речовин - сумація, синергізм. Крім того, формула побудована так, що значення порогу обмежені тільки величинами нуль або ГДК. Це штучно звужує область її застосування.

Отже, застосування формули показника небезпеки забруднення (P) або формули індексу забруднення атмосфери (ІЗА) має сенс тільки при виконанні умови - концентрації всіх домішок повинні бути вище їх ГДК. Однак у дійсності найбільш типовим є випадок, коли із сукупності (N) забруднюючих речовин, рівень забруднення для частини з них (N_1) перевищує норматив $k > 1$, $k = C/\text{ГДК}$, а для інших ($N_2 = N - N_1$) він нижче ($k < 1$). Крім того, при загальній присутності шкідливих речовин в атмосферному повітрі їх комбінована дія виявляється в ефектах сумації, потенціювання, антагоністичної або незалежної дії. При концентраціях, близьких до ГДК, при обліку класу небезпеки речовин і ефекту їх сумарної дії можлива зміна відносини $k < 1$ на відношення $k > 1$ і навпаки. Тому ігнорування класу небезпеки речовин при концентраціях нижче ГДК, а також ефекту загальної дії речовин представляється не правомочним.

Практична необхідність у порівняльній оцінці динаміки змін якості атмосфери обумовили розробку показників її фізичного стану, які характеризують наявність, склад і кількісний вміст шкідливих домішок у повітрі. Держкомгідрометом для оцінки концентрації в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, які містяться у викидах підприємств, при проектуванні підприємств, а також при розробці нормативів гранично допустимих викидів (ГДВ) для діючих підприємств, і тих, які проектують або реконструюються. Одна з моделей індексу забруднення атмосфери широко застосовувалася в

загальнодержавній системі спостереження й контролю над забрудненням атмосфери:

$$ІЗА = \sum (C_i / ГДК_i)^{m_i}, \quad (5.4)$$

де

m_i - показник ступеня, який враховує клас небезпеки домішки.

Формула індексу забруднення атмосфери має вигляд:

$$ІЗА = \left(\frac{C_1}{0.1}\right)^{0.87} + \left(\frac{C_2}{0.05}\right)^1 + \left(\frac{C_3}{0.085}\right)^{1.4} + \left(\frac{C_4}{5}\right)^{0.87} \quad (5.5)$$

У даному показнику враховувалися тільки чотири основні домішки - пил, сірчистий газ, окис азоту й окис вуглецю. Надалі ця модель перенесла модернізацію. Була зроблена спроба врахувати ефект сумачії, синергізму й зняття обмеження на фіксовану кількість домішок, які враховуються. Формула прийняла вид:

$$ІЗА = \sum_{i=1}^{N_1} \left[\left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{m_i} - 1 \right] + \sum_{j=1}^{N_2} \left(\sum_{k=1}^K \frac{C_k}{ГДК_k} - 1 \right), \quad (5.6)$$

де

i - для незалежних окремих домішок ($i = \overline{1, N_1}$);

j - для синергічних груп домішок ($j = \overline{1, N_2}$);

k - кількість домішок в j -ї групі;

m_i - показник ступеня, який враховує клас небезпеки домішки, відповідно 1,7 для першого класу, 1,3 - для другого класу; 1 - для третього, 0,8 - для четвертого класу небезпеки.

Однак її основні методичні недоліки не зміщені й дотепер. Пізніше було запропоновано ще одне вдосконалення. Так, були введені значення показника ступеню для різних періодів усереднення. Умова ізоефективності нормованих концентрацій враховувалася застосуванням показника ступені, який дозволяє фактичну концентрацію речовини трансформувати в ізоефективну концентрацію речовини третього класу небезпеки. Значення показників ступені для різних періодів усереднення наведено в таблиці 5.5. Крім того, незалежно від класу небезпеки для речовин, концентрація яких нижче ГДК умовно ухвалюється значення показника, рівного одиниці.

Таблиця 5.6. - Значення показників ступені (m_i)

Період усереднення	Клас небезпеки шкідливої домішки
--------------------	----------------------------------

концентрації	1	2	3	4
20-30 хв.	1,36	1,08	1,0	0,95
24 година	1,37	1,11	1,0	0,93
1 мес	1,56	1,16	1,0	0,91
1 рік	1,35	1,28	1,0	0,87

Практичне завдання № 2

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з варіантом, наведеним у Додатку Б.
2. Обчислити ІЗА для кожної речовини й сумарно для кожного поста спостережень за формулою 5.6.
3. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, отриманими згідно з варіантом.
4. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:
5. Чим обумовлена відмінність величин ІЗА для кожного поста спостережень.
6. Який пост спостереження за якісним станом атмосферного повітря м.Харків є найбільш забрудненим і чому;
7. Де Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні заходи, пояснити чому.

Приклад виконання роботи

Таблиця 5.6 – Порівняння результатів аналітичного контролю якісного стану атмосферного повітря м. Харкова за середньорічними показниками із середньодобовими ГДК.

Назва речовини	Середня концентрація, мг/м ³	Клас небезпеки	Кратність перевищення ГДК	m _i - показник ступеня, який враховує клас небезпеки домішки	(С/ПДК) ^m
Харків, пост 9					
01 завислі речовини	0,241	3	1,606	1,0	1,606
02 двоокис сірки SO ₂	0,008	3	0,169	1,0	сумація

04 окис вуглецю З	3,129	4	1,043	0,87	сумація
05 двоокис азоту NO ₂	0,026	2	0,658	1,28	сумація
10 фенол	0,002	2	0,845	1,28	сумація
22 формальдегід	0,0037	2	1,239	1,28	1,316
ІЗА					3,965
Харків, пост 11					
01 завислі речовини	0,055	3	0,367	1,0	1,606
02 двоокис сірки SO ₂	0,008	3	0,168	1,0	сумація
04 окис вуглецю З	1,785	4	0,593	0,87	сумація
05 двоокис азоту NO ₂	0,037	2	0,923	1,28	сумація
22 формальдегід	0,003	2	1,114	1,28	1,316
ІЗА					2,965
Харків, пост 12					
01 завислі речовини	0,059	3	0,399	1,0	1,606
02 двоокис сірки SO ₂	0,007	3	0,153	1,0	сумація
04 окис вуглецю З	1,673	4	0,558	0,87	сумація
05 двоокис азоту NO ₂	0,021	2	0,516	1,28	сумація
22 формальдегід	0,0021		0,732	1,28	1,316
	96	2			
ІЗА					2,965

Розрахунки ІЗА для посту спостереження № 9

$$ІЗА = \sum_{i=1}^{N_1} \left[\left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{m_i} - 1 \right] + \sum_{j=1}^{N_2} \left(\sum_{k=1}^K \frac{C_k}{ГДК_k} - 1 \right) = (1,606 - 1) + (1,316 - 1) + ((1+1,043+1+1) - 1) = 0,606 + 0,316 + 3,043 = 3,965$$

Розрахунки ІЗА для посту спостереження № 11

$$ІЗА = \sum_{i=1}^{N_1} \left[\left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{m_i} - 1 \right] + \sum_{j=1}^{N_2} \left(\sum_{k=1}^K \frac{C_k}{ГДК_k} - 1 \right) = (1,606 - 1) + (1,316 - 1) + ((1+1+1) - 1) = 0,606 + 0,316 + 2 = 2,965$$

Розрахунки ІЗА для посту спостереження № 12

$$ІЗА = \sum_{i=1}^{N_1} \left[\left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{m_i} - 1 \right] + \sum_{j=1}^{N_2} \left(\sum_{k=1}^K \frac{C_k}{ГДК_k} - 1 \right) = (1,606 - 1) + (1,316 - 1) + ((1+1+1) - 1) = 0,606 + 0,316 + 2 = 2,965$$

Висновки:

1. Найбільш високе значення ІЗА має пост спостереження № 9, тому що ефект сумачії мають 4 речовини (двоокис сірки, окис вуглецю, двоо-

кис азоту й фенол). На постах спостереження № 11 і №12 відсутні дані про вміст фенолу в атмосферному повітрі.

2. Найбільш забрудненим постом спостережень за якісним станом атмосферного повітря з розглянутих є пост №9, тому що на цьому пості спостережень є перевищення ГДК по трьом забруднюючим речовинам (формальдегід, завислі речовини й окис вуглецю), на пості спостережень № 11 ГДК перевищене тільки по формальдегіду, а на пості спостережень №12 не спостерігається перевищення ГДК (рис. 5.4).

3. На пості спостережень №9 індекс забруднення атмосфери (ІЗА) більше, чим на постах № 11 і 12 (рис.5.4). Отже, насамперед, необхідно проаналізувати причини забруднення атмосферного повітря в місці розміщення поста спостережень №9 і реалізувати природоохоронні заходи.

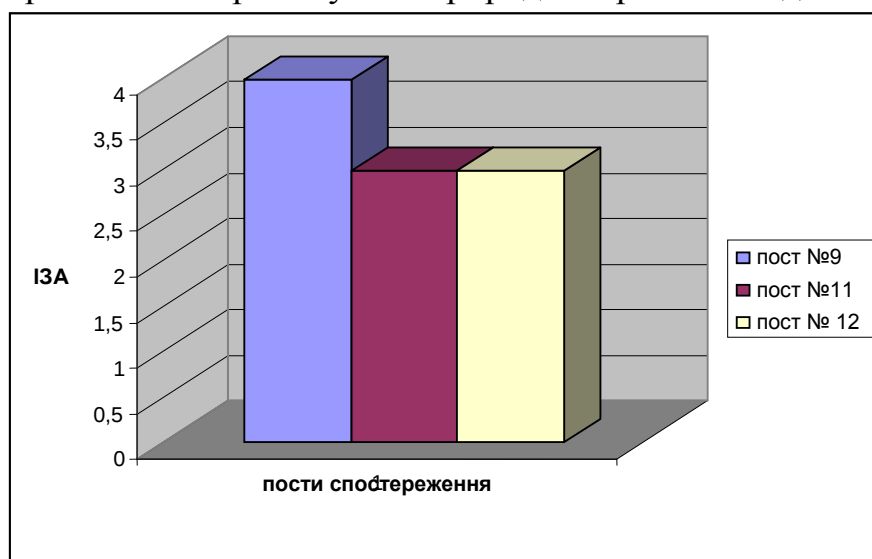


Рисунок 5.4 – ІЗА постів спостереження за якісним станом атмосферного повітря № 9, 11, 12 у м.Харків.

Питання для самоконтролю

1. З якою метою проводиться стандартизація й нормування в галузі охорони навколишнього природного середовища?
2. Основний принцип екологічного нормування.
3. Які екологічні нормативи ви знаєте? Види екологічних нормативів у галузі охорони атмосферного повітря.
4. Яка мета розробки гранично допустимих викидів забруднюючих речовин?
5. Система моніторингу й державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря.
6. Які органи здійснюють державний контроль у галузі охорони й використання атмосферного повітря?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ХАРКІВ-СЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ВЕЛИЧИНОЮ ПОТЕНЦІЙНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

План

6.1 Методика оцінки якісного стану атмосферного повітря за величиною потенційного ризику здоров'ю населення.

6.2 Практичне завдання.

6.1 Методика оцінки якісного стану атмосферного повітря за величиною потенційного ризику здоров'ю населення

Оцінка ризику характеризує ймовірність розвитку у людини несприятливих для здоров'я ефектів у результаті реального або потенційного забруднення навколишнього середовища.

Оцінка потенційного ризику здоров'ю населення залежно від якості атмосферного повітря обчислюється окремо як ризик прояву негайних токсичних ефектів при забрудненні атмосферного повітря й потенційний ризик здоров'ю населення при хронічному впливі забруднення атмосфери.

Ризик прояви негайних токсичних ефектів оцінюється для чотирьох класів небезпеки забруднюючих речовин у пробитах (Prob) з урахуванням відповідності їх імовірності ефекту залежно від максимально разових ГДК, які призначені для регламентації максимальних рівнів приземних концентрацій забруднюючих речовин з метою попередження розвитку негайних токсичних ефектів.

Потенційний ризик здоров'ю населення при хронічному впливі забруднення атмосфери визначається по формулі:

$$\text{Risk} = 1 - \exp (\ln(0,84) \times (C / C_{\text{ГДК}})^b / K_3), \quad (6.1)$$

де

K_3 - коефіцієнт запасу, який визначається за таблицею 6.1.

b - коефіцієнт, який дозволяє оцінювати ізоефективні ефекти домішок різних класів небезпеки відповідно з табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Значення коефіцієнтів Кз і b для речовин різних класів небезпеки

Клас небезпеки забруднюючих речовин	Коефіцієнт запасу Кз	Коефіцієнт b
1	7,5	2,35
2	6,0	1,28
3	4,5	1,0
4	3,0	0,87

Для оцінки комбінованого дії декількох домішок, які мають ефект сумарності, розраховують приведену концентрацію (Спр) за формулою:

$$C_{\text{ін}} = C_1 + C_2 \times C_{\text{ГДК1}} / C_{\text{ГДК2}} + \dots + C_n \times C_{\text{ГДК1}} / C_{\text{ГДКн}}, \quad (6.2)$$

де

$C_1, C_2 \dots C_n$ - концентрації 1-ой, 2- ой ... n-ой домішок,

$C_{\text{ГДК1}}, C_{\text{ГДК2}} \dots C_{\text{ГДКн}}$ - відповідно їх нормативи.

При аналізі отриманих величин потенційного ризику здоров'ю населення користуються наступної ранговою шкалою (табл.6.2):

Таблиця 6.2 - Залежність ваги ефектів від величини ризику здоров'ю населення

Risk	Клас	Характеристика ризику
<0,1	1	незначний вплив на здоров'я населення
0,1-0,19	2	слабкий вплив на здоров'я населення
0,2-0,59	3	значний вплив на здоров'я населення
0,6-0,89	4	великий вплив на здоров'я населення
0,9-1,0	5	дуже великий вплив на здоров'я населення

Якісний стан атмосферного повітря впливає на здоров'я населення, але прогнозувати збільшення захворюваності від дії забруднюючих речовин на етапі визначення залежності "доза - ефект" дуже важко, тому що погіршення здоров'я людини може настати через деякий час, а на виникнення захворюваності можуть впливати інші фактори. Але аналіз літературних джерел дозволив дати короткий опис найнебезпечніших забруднюючих речовин атмосферного повітря, їх джерел і негативного впливу на здоров'я населення (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 - Джерела найнебезпечніших забруднюючих речовин атмосферного повітря й негативні наслідки цих викидів для здоров'я населення

Забруднююча речовина	Основні джерела забруднення атмосферного повітря	Негативні наслідки для здоров'я населення
Завислі речовини	Дорожній пил, сільськогосподарська діяльність, вихлопні гази автомашин, електростанції, промисловість, паління.	Підвищення рівня смертності, збільшення респіраторних захворювань, посилення кашлю, збільшення кількості випадків бронхіту в дітей.
Двоокис азоту	Вихлопні гази автомашин, електростанції, промисловість, паління.	Ослаблення діяльності легенів, поширення алергії, особливо у астматиків.
Двоокис сірки	Спалювання палива, яке містить сірку; промислові процеси, де використовують сполуки сірки.	Ослаблення функції легенів, підвищення рівня смертності, збільшення респіраторних захворювань.
Окис вуглецю	Вихлопні гази автомашин, викиди забруднюючих речовин промисловими підприємствами	Погіршення функції крові переносити кисень. При високих рівнях впливу - інтоксикація мозку, серця, плода вагітних, збільшення смертності через серцеві приступи.
Поліциклічні ароматичні вуглеводні (бензапирен)	Вихлопні гази автомашин, викиди забруднюючих речовин промисловими підприємствами	Канцероген
Свинець	Автомобілі з використанням бензину, який містить свинець, викиди забруднюючих речовин промисловими підприємствами	Відомий нейротоксин.
Летучі органічні сполуки (бензол, 1,3 бутадієн, формальдегід)	Вихлопні гази автомашин, викиди забруднюючих речовин промисловими підприємствами	Канцероген потенційний.

Диоксини	Паління органічних матеріалів, які містять хлор; промислові процеси, де використовується хлор або переплавлення металобрухту.	Канцероген потенційний. Послабляє імунну систему, і може порушити репродуктивну функцію. Розлад ендокринної системи
----------	---	---

Дані про якість, склад і характеристики шкідливих речовин, які надходять в атмосферу, необхідні, насамперед, для визначення заходів щодо зниження забруднення від діючих промислових підприємств і тих, які проектують, і їхнього обліку при складанні планів розвитку, у тому числі для передпланових оцінок схем охорони природи й районного планування, а також для прогнозу рівня забруднення повітря в містах як на близький, так і на тривалий період і, зрештою, для оцінки збитку, який наноситься народному господарству забрудненням шкідливими речовинами навколишнього середовища.

6.2 Практичне завдання

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з варіантом, наведеним у Додатку Б.
2. Порівняти реальні дані аналітичного контролю якісного стану атмосферного повітря Харківської області із ГДК (практична робота №5).
3. Для кожного поста виділити речовини, які перевищують ГДК
4. Обчислите кратність перевищення ГДК ($C_i/C_{ГДКi}$).
5. По формулі 6.1 обчислити Risk для кожної речовини й сумарний Risk для кожного поста спостережень.
6. Визначити до якого класу якості атмосферного повітря відносяться аналізовані пости спостережень (табл.6.2)
7. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, отриманими згідно з варіантом.
8. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:
 - До якого класу якості відносяться розглянуті пости спостережень;
 - Який пост спостережень є найбільш забрудненим і чому;
 - Де Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні заходи, пояснити чому.

Приклад виконання роботи

Таблиця 6.4 - Оцінка ризику для здоров'я населення за результатами аналітичного контролю якісного стану атмосферного повітря м.Харків.

Назва речовини	Середня концент- рація, мг/м ³	ГДК с.д., мг/м ³	Клас небе- зпеки	Коефі- цієнт запасу, Кз	b	Risk
Харків, пост 9						0,187
01 завислі речовини	0,241	0,15	3	4,5	1	0,06
02 двоокис сірки SO ₂	0,008	0,05	3	4,5	1	0,0065
04 окис вуглецю	3,129	3	4	3	0,87	0,058
05 двоокис азоту NO ₂	0,026	0,04	2	6	1,28	0,017
10 фенол	0,003	0,003	2	6	1,28	0,023
22 формальдегід	0,004	0,003	2	6	1,28	0,037
Харків, пост 11						0,111
01 завислі речовини	0,055	0,15	3	4,5	1	0,014
02 двоокис сірки SO ₂	0,008	0,05	3	4,5	1	0,006
04 окис вуглецю	1,786	3	4	3	0,87	0,036
05 двоокис азоту NO ₂	0,037	0,04	2	6	1,28	0,026
22 формальдегід	0,003	0,003	2	6	1,28	0,033
Харків, пост 12						0,084
01 завислі речовини	0,059	0,15	3	4,5	1	0,015
02 двоокис сірки SO ₂	0,0077	0,05	3	4,5	1	0,0059
04 окис вуглецю	1,673	3	4	3	0,87	0,034
05 двоокис азоту NO ₂	0,021	0,04	2	6	1,28	0,012
22 формальдегід	0,0022	0,003	2	6	1,28	0,019

Таблиця 6.5 – Характеристика потенційного ризику здоров'ю населення при забрудненні атмосферного повітря на постах спостереження №9, 11, 12 у м.Харків

Назва й № поста спо- стереження	Risk	Клас	Характеристика ризику
Харків, пост 9	0,1872	2	слабкий вплив на здоров'я населення
Харків, пост 11	0,1105	2	слабкий вплив на здоров'я населення
Харків, пост 12	0,0844	1	незначний вплив на здоров'я населення

Висновки:

1. Відповідно до класифікації якісного стану атмосферного повітря по величині потенційного ризику здоров'ю населення (табл.6.2) пости № 9 і № 11 відносяться до 2 класу якості зі слабким впливом на здоров'я населення, а пост № 12 – до 1 класу з незначним впливом на здоров'я населення (рис. 6.1).

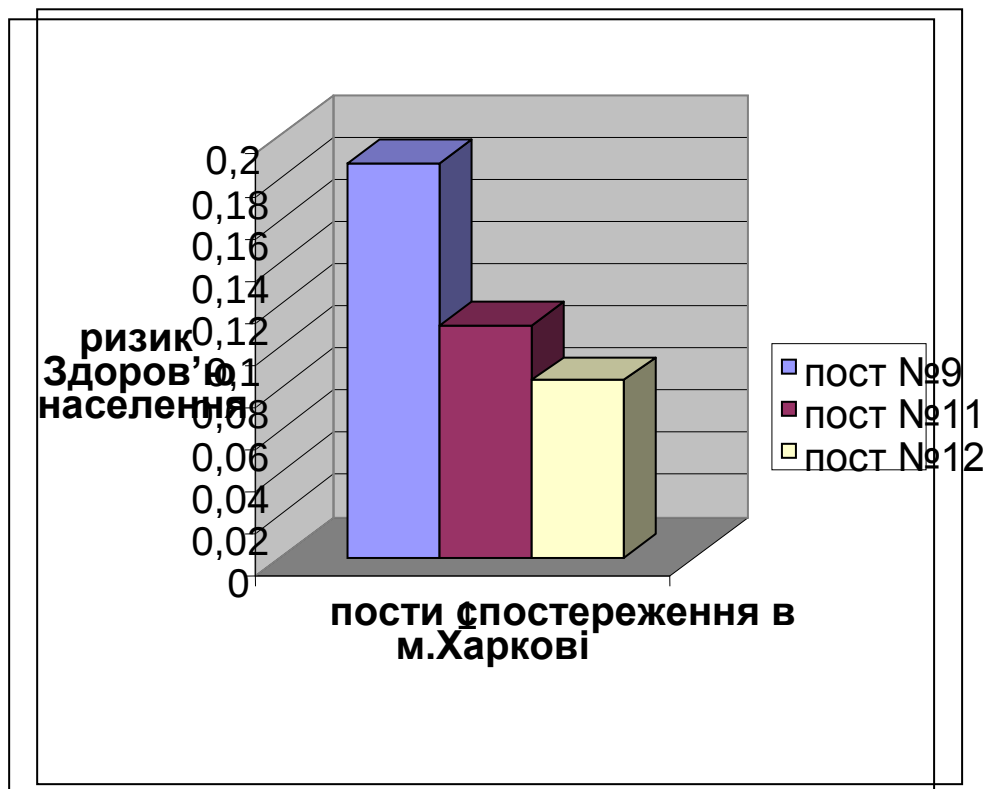


Рисунок 6.1 – Ранжирування постів спостереження №9, 11, 12 за якісним станом атмосферного повітря в м.Харків за величиною потенційного ризику здоров'ю населення.

2. Найбільш забрудненим є атмосферне повітря на пості спостереження № 9, бо там є перевищення ГДК по нижчеподаних забруднюючих речовинах: - м.Харків, пост № 9 – формальдегід 1,24 ГДК (Risk = 0,0375), завислі речовини 1,61 ГДК (Risk = 0,0602), окис вуглецю 1,04 ГДК (Risk = 0,0584); - м. Харків, пост № 11 - формальдегід 1,114 ГДК (Risk = 0,0327).

3. На пості спостережень №9 величина потенційного ризику здоров'ю населення є більше, чим на постах № 11 і 12 (рис.1.1). Отже, насамперед, необхідно проаналізувати причини забруднення атмосферного повітря в місці розміщення поста спостережень №9 і реалізувати природоохоронні заходи.

Питання для самоконтролю:

1. 1.Що показує інтегральний показник «ризик для здоров'я населення»?
2. Як обчислюється показник «ризик для здоров'я населення» при існуючому рівні забруднення атмосферного повітря?
3. Які наслідки для здоров'я населення може виявити забруднення атмосферного повітря?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

ОЦІНКА ЯКІСНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ І ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

План

- 7.1. Методи оцінки якісного стану ґрунтів.
- 7.2. Показники стану земельних ресурсів.
- 7.3. Практичне завдання.
- 7.3.1. Оцінка якісного стану ґрунтів.
- 7.3.2. Комплексна оцінка якісного стану ґрунтів та земельних ресурсів регіону.

7.1 Методи оцінки якісного стану ґрунтів

Важливими заходами щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їхнього забруднення. Гранично допустима кількість (ГДК) речовин, що забруднюють ґрунти, означає частку хімічної речовини, що забруднює ґрунти, і не справляє прямої або опосередкованої дії, включаючи віддалені наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людини. Значення ГДК деяких хімічних речовин в ґрунтах наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 - Значення ГДК хімічних речовин в ґрунтах

Назва речовини	ГДК, мг/кг	Назва речовини	ГДК, мг/кг
Метали:		Нітрати	130
Ванадій	150	Миш'як	20
Кобальт (рухлива форма)	5,0	Сірководень	0,4
Марганець,	700	Фосфор	200
pH = 4	300	Фториди	10
pH = 5,1-5,9	400	Ароматичні:	
pH = 6	500	Бензол	0,3
Мідь (рухлива форма)	3,0	Ізопропілбензол	0,5
Нікель	4,0	Ксилоли	0,3
Ртуть	2,1	Стирол	0,1
Свинець	32	Толуол	0,3
Свинець (рухлива форма)	6,0	Добрива та ПАР:	
Хром	6,0	Рідкі комплексні	80
Цинк	23	Азотно-калійні	120
Неорганічні сполуки:		Поверхнево активні	0,2

Номенклатура ГДК хімічних речовин в ґрунті складає декілька видів найменувань. За ступенем шкідливості хімічні речовини за умови їх систематичного проникнення у ґрунт розташовуються в такій послідовності: пести-

циди та їх метаболіти, важкі метали, мікроелементи, нафтопродукти, сірчисті сполуки, речовини органічного синтезу тощо.

В ґрунтах нормується в основному вміст пестицидів, тобто отрутохімікатів, які використовуються для боротьби із шкідниками, хворобами, бур'янами, паразитами, гризунами - інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів, акарицидів тощо.

Таблиця 7.2 - Нормативи вмісту пестицидів в ґрунті та допустимих залишкових кількостях в продуктах харчування

Інсектицид	ГДК _{гр}	дзк
Хлорофос	0,5	1,0
Карбофос	2,0	1,0-3,0
Дихлордифенилтрихлоретан (ДДТ)	0,1	0,5
Гексахлоран	1,0	1,0
n-ізомер гексахлорану	1,0	2,0
Поліхлорпін	0,5	0,0
Поліхлоркамфен	0,5	0,1
Севин	0,05	0,0

За ступенем небезпеки хімічного забруднення згідно з ГОСТ 17.4.1.02-83 хімічні речовини поділяються на три класи:

1-й клас — високо небезпечні речовини; 2-й клас — помірно небезпечні речовини; 3-й клас — мало небезпечні речовини.

Клас небезпеки встановлюється за показниками, наведеними в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 - Показники та класи небезпеки хімічних речовин

Показник	Норми концентрації		
	1-й клас	2-й клас	3-й клас
Токсичність, ЛД ₅₀	до 200	200—1000	понад 1000
Персистентність у ґрунті, міс. ГДК у ґрунті, мг/кг	понад 12 менше 0,2	6—12 0,2—0,5	менше 6 понад 0,5
Персистентність у рослинах, міс.	3 і більше	1—3	менше 1
Вплив на харчову цінність сільськогосподарської продукції	сильний	помірний	немає

Небезпека забруднення ґрунту хімічними речовинами пов'язана, поперше, з їх токсичними властивостями (гострою і хронічною загальною токсичністю).

чною дією, наявністю алергенного, мутагенного, канцерогенного, ембріотоксичної, тератогенної дії, репродуктивної токсичністю та ін), а по-друге, з особливостями їх поведінки в навколишньому середовищі (стабільністю в ґрунті і воді водойм, міграційної здатністю).

До 1-го класу відносяться миш'як, кадмій, ртуть, свинець, бенз (а) пірен, стійкі хлорорганічні пестициди: ДДТ, гексахлорциклогексан (ГХЦГ), поліхлоркамфен (ПХК), поліхлорпінен (ПХП) та ін

До 2-му - бор, кобальт, нікель, молібден, хром, гербіциди групи 24-Д та ін

До 3-го - барій, ванадій, вольфрам, марганець, нерадіоактивні стронцій та ін

Таблиця 7.4 - Класи небезпеки хімічних речовин

Клас небезпеки	Хімічна речовина
1	Миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бенз(а)пірен, стійкі хлорорганічні пестициди: ДДТ, гексахлорциклогексан (ГХЦГ), поліхлоркамфен (ПХК), поліхлорпінен (ПХП) та ін
2	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, сурма, хром, гербіциди групи 24-Д та ін
3	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенон

За величиною зон і рівнем забруднення ґрунтів поділяється на фонове, локальне, регіональне, глобальне. Фоновим вважається вміст забруднюючих речовин у ґрунті, який відповідає природному складу або близький до нього. Локальним вважається забруднення ґрунту поблизу одного або сукупності декількох джерел забруднення. Регіональним є таке забруднення ґрунту, яке виникає внаслідок перенесення забруднюючих речовин на відстань не більше 40 км від техногенних, і більше 10 км від сільськогосподарських джерел забруднення. Глобальним називають забруднення ґрунту, які виникають внаслідок віддаленого перенесення забруднюючої речовини — на відстань понад 1000 км від будь-яких джерел забруднення.

У середньо забруднених ґрунтах перевищення ГДК незначне, що не призводить до помітних змін його властивостей. У слабо забруднених ґрунтах вміст хімічних речовин не перевищує ГДК, але перевищує фонову концентрацію.

Для визначення ступеня забрудненості ґрунтів використовують такі характеристики.

1. Коефіцієнт концентрації ґрунту:

$$K_c = \frac{C}{C_{сеп}}, \text{ або } K_c = \frac{C}{C_{ГДК}}, \quad (7.1)$$

де

C — загальний вміст забруднюючих речовин;

$C_{сеп}$ — середній фоновий вміст забруднюючих речовин;

$C_{ГДК}$ — гранично допустима концентрація забруднюючих речовин.

2. Інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту:

$$K_{с\int} = \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{C_{фj}}, \quad (7.2)$$

де

C_i — сума забруднюючих речовин;

$C_{ф.}$ — сума фонового вмісту забруднюючих речовин.

3. Коефіцієнт зворотної реакції ґрунтів, що впливає на динаміку забруднення

$$K_p = \frac{A - A_{ф.}}{A_{ф.}}, \quad (7.3)$$

де

$A, A_{ф.}$ — параметри, які контролюються в забрудненій та фоновій пробах.

На думку більшості вчених, погіршення здоров'я населення, що спостерігається за останні десятиліття, пов'язане з негативним впливом хімічних факторів навколишнього середовища. Аналіз причинно-наслідкових зв'язків свідчить про значну роль хімічного забруднення ґрунту в погіршенні здоров'я населення. Це пояснюється тим, що ґрунт займає центральне місце у кругообігу речовин у біосфері. Крім того, він є основним депо, де накопичуються стійкі хімічні речовини в природному середовищі, а також виступає початковою ланкою в їх міграції від джерела забруднення до організму людини за коротким і довгим трофічним ланцюжками.

За ступенем стійкості до стічних забруднень і характером зворотної реакції ґрунти поділяються на дуже стійкі, середньо стійкі, малостійкі. Ступінь стійкості ґрунтів до хімічних забруднень характеризується такими показниками, як гумусний склад ґрунту, кислотно-основні властивості, окислювально-відновлювальні властивості, катіонно-обмінні властивості, біологічна активність, рівень ґрунтових вод, частка речовин, що знаходяться в розчиненому стані.

При оцінці стійкості ґрунтів до хімічних забруднень слід враховувати показники, що характеризують короткотермінові (2—5 років), довготермінові (5—10 років) зміни ґрунтів і показники ранньої діагностики розвитку змін у ґрунтах.

Короткотермінові зміни властивостей ґрунтів діагностуються за динамікою вологості, величиною водневого показника рН, складом ґрунтових розчинів, вмістом поживних речовин. Довготермінові зміни властивостей ґрунтів визначають за складом і запасом гумусу, відношенням вуглецю гумінових кислот до вуглецю сульфокислот, втратами ґрунтів унаслідок ерозії, загальною лужністю, кислотністю, вмістом солей.

Функціонування промислових підприємств, транспорту та енергетичних установок викликає регіональне і навіть глобальне забруднення ґрунтів. Регіональне забруднення ґрунтів може спричинятися кислотними дощами, що випадають поблизу великих промислових підприємств, які викидають в атмосферу шкідливі гази. Природні процеси (міграція, перетворення, розклад, вимивання, вивітрювання, сонячна радіація, клімат) сприяють самоочищенню ґрунтів. Захисна здатність ґрунтів до самоочищення має певні межі, які слід враховувати під час організації виробничої та господарсько-побутової діяльності.

Основними характеристиками ґрунтів щодо самоочищення є тривалість самоочищення та захисна здатність ґрунтів, яка характеризує їхню здатність суттєво знижувати токсичність забруднюючих речовин. Тривалість самоочищення — час, протягом якого відбувається зменшення на 96 % масової частки речовини, що забруднює ґрунт, від початкового значення або до його

фонового значення. Для самоочищення ґрунтів, а також їхнього відновлення потрібно багато часу, який залежить від характеру забруднення та природних умов. Процес самоочищення ґрунтів триває від декількох днів до декількох років, а процес відновлення порушених земель — сотні років.

Для формування річних звітів про стан навколишнього природного середовища використовується база даних регіональної мережі екологічного моніторингу.

Класифікація стану ґрунтів за значенням сумарного показника хімічного забруднення представлена в табл.7.5.

Класифікація якісного стану ґрунтів за рівнем забруднення представлена в табл.7.6.

Таблиця 7.5 – Класифікація стану ґрунтів за значенням сумарного показника хімічного забруднення ґрунтів

Клас небезпеки	Оцінка стану ґрунтів за кратністю перевищення ГДК				
	Гарний (1 клас)	Задовільне (2 клас)	Посереднє (3 клас)	Важке (4 клас)	дуже важке (5 клас)
1 клас небезпеки (вкл. діоксиди)	<1	1	2	3	>3
2-го класу небезпеки	<1	2	3 - 5	6 - 10	>10
3-го класу небезпеки (вкл. нафта й нафтопродукти)	<1	2 - 5	6 - 10	11 - 20	>20

Таблиця 7.6 – Класифікація якісного стану ґрунтів за рівнем забруднення

Показник	Стан земельних ресурсів				
	Гарний (1 клас)	Задовільне (2 клас)	Незадовільне (3 клас)	Важке (4 клас)	дуже важке (5 клас)
Потужність експозиційної дози на рівні 1 м від поверхні ґрунту, мкР/год	<20	20 - 100	101 - 200	201 - 400	>400
Щільність забруд-	природ-				

нення, Кі/км ² Цезій – 137, Стронцій - 90	ний фон	<1 <0,02	1 - 5 0,02 - 1,0	6 - 15 1,1 - 3,0	>15 >3
Пестицидне навантаження, кг/га а.р.	<3	4	4,1 - 5	5,1 - 7	>7
Залишкові кількості пестицидів (у ГДК) у ґрунті	0	<1	1 - 1,5	1,6 - 2	>2
у рослинах	0	<1	1 - 1,5	1,6 - 2	>2
Валові форми важких металів у ґрунті у рослинах	<1	≤1	<1	1 - 1,5	>1,5
Рухливі форми важких металів у ґрунті (у ГДК)	<1	≤1	2	100	>100
Інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту (Кз)	<1	1-2	2-5	5-10	>10
Коли-Титр, г	>1,0	0,1	0,01	0,001	<0,001

На основі оцінки забруднення земельних ресурсів за кожним індикаторним показником залежно від отриманих результатів, кожному такому показнику привласнюється відповідний бал (І): 1 (благополучний), 2 (задовільний), 3 (посередній), 4 (важкий), 5 (дуже важкий).

Інтегральний показник забруднення земельних ресурсів розраховується по формулі:

$$I_{\text{аб}} = \max (I_1, I_2 \dots I_n), \quad (7.4)$$

де

I_j – бальна оцінка j -го показника таблиці 7.6.

Дані щодо забруднення ґрунтів по областях України наведено в додатку В (табл. В.1)

7.2 Показники стану земельних ресурсів

Оцінка загального стану земельних ресурсів визначається відповідно до класифікаційної таблиці 7.7.

Дані щодо стану земельних ресурсів по областях України наведено в додатку В (табл.В.2)

Таблиця 7.7 – Показники стану земельних ресурсів

Показник	Стан земельних ресурсів (класи)				
	Гарний (1 клас)	Задовільний (2 клас)	Посередній (3 клас)	Важкий (4 клас)	Дуже важкий (5 клас)
Показник ($P_{гв}$) господарського використання земель, %	Норма*	норма+0 -5	норма+6-10	норма+11-20	>норма+20
Показник (P_p) розораності земель, %	< 40	40 - 50	51-60	61-70	> 70
Середній вміст гумусу, %	> 4,5	3,8 - 4,6	2,6- 3,7	1,5- 2,5	< 1,5
Показник стійкості (P_{ϵ})	> 1	0,71-1,0	0,51-0,7	0,2-0,5	< 0,2
Стійкість ґрунтів щодо підкислення	не піддатливі	слабо піддатливі	середньо піддатливі	високо піддатливі	Надто високо піддатливі
Стійкість ґрунтів щодо підлуження	не піддатливі	слабо піддатливі	середньо піддатливі	високо піддатливі	Надто високо піддатливі
Показник (P_l) досягнення оптимальної лісистості, %	91 - 100	76 - 90	61 - 75	25 - 60	< 25
Показник заповідності ($P_{пзф}$), %	> 15,0	10,1 - 15,0	5,0 - 10,0	1,0 - 4,9	< 1,0
Показник еродованості (P_e), %	< 5	5-25	26-40	41-65	> 65
Показник деградованих сільськогосподарських земель ($P_{дсг}$), %	< 5	5-10	11-30	31-50	> 50
Показник поширення екзогенних геологічних процесів (ЕГП) ($P_{егп}$), %	< 1,0	1,0 - 10,0	11,0 - 20,0	21,0 - 40,0	> 40,0

* - за норму прийняте для: зони Полісся – 55%, зон Лісостепу й Степи – 70%, зони Степової посушливої – 75 %, Карпатської гірської області – 35% (НТД 33-4759129-03-04-92).

Таблиця 7.8 - Зональні нормативи загальної оптимальної лісистості України (за Ю.П.Бяловичем, 1972)

Зона	Існуюча лісистість на момент розробки нормативів, %	Оптимальна лісистість, %	Збільшення лісистості і площі лісів при переході від існуючої лісистості до оптимальної	
			%	тис.га
Полісся	35.0	37.1	3.1	186
Передкарпаття	29.0	34.0	5.0	72
Лісостеп	12.8	16.8	4.0	878
Степ на звичайних чорноземах	5.8	10.6	4.8	697
Степ на південних чорноземах	3.2	7.4	4.2	280
Степ на темно-каштанових ґрунтах	2.2	5.3	3.1	72
Рівнинна частина України	13.3	17.2	3.9	2185

Показник (Пгв) господарського використання земель визначається в % від площі території таксона за формулою:

$$Пгв = \frac{S_{гв}}{S_z} \times 100, \% \quad (7.5),$$

де

$S_{гв}$ – площа земель, зайнятих сільськогосподарськими землями, забудовані землі (під житловою забудовою, промисловістю, під відкритими розробками, кар'єрами, шахтами та відповідними спорудами, комерційного та іншого використання, громадського призначення, змішаного використання, які використовуються для транспорту та зв'язку, які використовуються для технічної інфраструктури, які використовуються для відпочинку та інші відкриті землі), тис. га.

S_z – земельний фонд області, тис. га

Показник (Пр) розораності земель визначається в % від площі території таксона за формулою:

$$Пр = \frac{Sp}{S_3} \times 100, \%; \quad (7.6),$$

де

S_p – площа розораних земель (ріллі), тис. га.

Екологічна стійкість земельних ресурсів у межах територіального таксона характеризується показником стійкості (РЄ), і обчислюється по формулі:

$$РЄ = \frac{S_{cm}}{S_p}, \quad (7.7)$$

де

S_{cm} – площа умовно стабільних земель (косовиць, лугів, пасовищ, земель, покритих лісом і чагарником, боліт), тис. га

S_p – площа ріллі, тис. га

Показник (Пл) досягнення оптимальної лісистості визначається в % як відношення існуючої лісистості до оптимальної лісистості за формулою:

$$Пл = \frac{Sl}{Soon} \times 100, \%; \quad (7.8),$$

де

Sl – площі лісів, тис.га

$Soon$ - площі лісів, оптимальна для даного регіону, тис.га.

Показник заповідності (Ппзф) визначається як відношення земель природно – заповідного фонду до загальної площі земельних ресурсів відповідного територіального таксона в % за формулою:

$$Ппзф = \frac{S_{пзф}}{S_3} \times 100, \% \quad (7.9),$$

де

$S_{пзф}$ – площа земель природно – заповідного фонду, тис. га.

Показник еродованості (Пе) визначається як відношення еродованих земель (піддані водній ерозії та еродовані вітром) до загальної площі земельних ресурсів відповідного територіального таксона в % за формулою:

$$Пе = \frac{Se}{S_3} \times 100, \% \quad (7.10),$$

де

Se – площа еродованих земель, тис. га

Показник деградованих сільськогосподарських земель (Пдсг) визначається як відношення суми площі малопродуктивних та деградованих сільськогосподарських земель і площі сільськогосподарських угідь, що зазнали перезволоження і заболочення до загальної площі сільськогосподарських земель відповідного територіального таксона в % за формулою:

$$\text{Пдсг} = \frac{S_{\partial\partial}}{S_{cc}} \times 100, \% \quad (7.11),$$

де

$S_{\text{дсгп}}$ – площа деградованих сільськогосподарських земель, тис. га, що визначається за формулою:

$$S_{\text{дсгп}} = S_{\text{зд}} + S_{\text{вз}} + S_{\text{бз}} + S_{\text{зз}}, \quad (7.12)$$

де

$S_{\text{зд}}$ – площа малопродуктивних та деградованих сільськогосподарських земель, тис. га;

$S_{\text{вз}}$ – площа сільськогосподарських земель, що зазнали перезволоження, тис. га;

$S_{\text{бз}}$ – площа сільськогосподарських земель, що зазнали заболочення, тис. га.

Показник зсувів (Пзз) і земель визначається в % від площі території таксона за формулою:

$$\text{Пзз} = \frac{S_{\zeta\zeta}}{S_{\zeta}} \times 100, \% \quad (7.13),$$

де

$S_{\text{зз}}$ – площа зсувів, тис. га.

Інтегральний показник загального стану земельних ресурсів ($I_{\text{z_st}}$) визначається як середнє арифметичне балів показників стану земель:

$$I_{\text{z_st}} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k Z_i, \quad (7.14)$$

де

Z_i – бал i -го показника;

k – кількість показників, які враховуються (принаймні 4 і більше).

Інтегральний показник загального стану земельних ресурсів (Iz_{st}) представляє собою середнє арифметичне між інтегральним показником забруднення ґрунтів ($Izab$) та інтегральним показником стану земельних ресурсів (Ist_{zr}) і визначається за формулою:

$$Iz_{st} = (Izab + Ist_{zr})/2 \quad (7.15)$$

7.3 Практичне завдання

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з варіантом, наведеним у Додатку В.
2. Провести розрахунки щодо якісного стану ґрунтів області (табл.7.6).
3. Дати комплексну оцінку стану земельних ресурсів області відповідно варіанту виконання практичної роботи.
4. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:
5. Які показники визначають якісний стан ґрунтів.
6. Які показники є найбільш небезпечними при визначенні комплексної оцінки стану земельних ресурсів області.

Приклад виконання роботи

7.3.1 Оцінка якісного стану ґрунтів

Вінницька область.

На основі аналізу даних Держкомстату України, Мінприроди України, Земельного кадастру сформовано базу даних для комплексної оцінки ґрунтів і земельних ресурсів Вінницької області (табл.7.9).

Таблиця 7.9 - Узагальнення та аналіз моніторингових даних спостереження за станом ґрунтів та земельних ресурсів Вінницької області.

Назва показника	Значення показника
Територія області, км ² .	26517,6
Земельний фонд області, тис. га (S_z)	2605,9
Територія зайнята сільськогосподарськими землями, тис. га ($S_{гв}$)	2068,9
Розораність території області, %	65,3
Рілля, тис. га (S_r)	1728,1
Перелogi, тис. га	0,9

Багаторічні насадження, тис. га	50,3
Сіножаті, тис. га	50,3
Пасовища, тис. га	187,4
Середній вміст гумусу, %	2,76
Територія під лісами та іншими лісовкритими площами, тис. га	376,186
Забудовані землі, тис. га	106,7
Болота, тис. га	4,14
Відкриті заболочені землі, тис. га	29,1
Інші землі (господарські двори, дороги, піски, яри тощо), тис. га	49,4
Території, що покриті поверхневими водами, тис. га	43,5
Землі природно-заповідного фонду, тис. га (Spзф)	56,41
Площа лісів, тис. га (Sl)	378,7
Оптимальна для даного регіону лісистість, тис. га (Sопл)	416,94
Піддані водній ерозії всього (змиті), тис. га (Seз)	606
в т. ч. сильно змиті	10,1
Еродовані вітром всього, тис. га (Sед)	0,1
в т. ч. сильно еродовані, тис. га	0
Площа малопродуктивних та деградованих с г земель, тис. га (Sзд)	741
Площа сільськогосподарських угідь, що зазнають перезволоження, тис. га (Sвз)	105,9
Площа сільськогосподарських угідь, що зазнають заболочення, тис. га (Sбз)	75,9
Площа зсувів, тис. га. (Sзз)	1,655
Радіаційний фон по області становить, мкР/год	18.
норматив радіаційний, мкР/год	25.
Питома активність забруднюючих радіонуклідів цезій-137 , Бк/кг земель	83
Питома активність забруднюючих радіонуклідів стронцій-90 , Бк/кг земель	5,9
Площа сг.угідь, забруднення, яких цезієм-137 перевищує 1 Кі/км ² , тис. га	40
Щільність забруднення цезієм – 137, Кі/км ²	1 - 5
Щільність забруднення стронцієм - 90, Кі/км ²	0,02 - 0,15
Рухливі форми важких металів у ґрунті (у ГДК)	<1
Вміст хрому, (кратність перевищення ГДК)	0,1
Вміст кобальту, (кратність перевищення ГДК)	0,24
Вміст міді, (кратність перевищення ГДК)	1
Вміст цинку, (кратність перевищення ГДК)	0,8
Вміст нікелю, (кратність перевищення ГДК)	0,72
Вміст марганцю, (кратність перевищення ГДК)	0,9

Вміст свинцю, (кратність перевищення ГДК)	0,45
Вміст нітратів у ґрунті до ГДК	0,35
Кількість внесених пестицидів на 1 га, кг	0,6
Площа кислих ґрунтів, тис. га (сільськогосподарські угіддя)	558,5
Сильно кислі $pH_{\text{сол}} \leq 4,5$	12,2
Сильно кислі $4,5 \leq pH_{\text{сол}} \leq 5,0$	125,4
Слабо кислі $5,0 \leq pH_{\text{сол}} \leq 5,5$	420,9
Високо піддатливі підкисленню	
Не піддатливі підлуженню	
Накопичення непридатних або заборонених до використання пестицидів (НП), тонн	722,685
З загальної кількості НП невідомі пестициди, тонн	676,135
З загальної кількості НП стійкі органічні речовини, тонн	46,81
З загальної кількості НП ДДТ, тонн	46,55
З загальної кількості НП ГХЦГ, тонн	-

Таблиця 7.10 – Оцінка якісного стану ґрунтів Вінницької області за рівнем забруднення

Показник	Значення показника	Бальна оцінка j-го показника відповідно таблиці 7.6 (I _j)
Потужність експозиційної дози на рівні 1 м від поверхні ґрунту, мк Р/год	18	1
Щільність забруднення цезієм – 137, Кі/км ²	1 - 5	3
Щільність забруднення стронцієм - 90, Кі/км ²	0,02 - 0,15	3
Пестицидне навантаження, кг/га а.р.	0,6	1
Рухливі форми важких металів у ґрунті (у ГДК)	≤ 1	2
Інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту (Кз)	4,21	3
Інтегральний показник забруднення ґрунтів області	3	

Інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту (Кз) визначається за формулою (7.2).

$$K_z = 1 + 0,8 + 0,72 + 0,9 + 0,45 + 0,35 = 4,21$$

Інтегральний показник забруднення земельних ресурсів розраховується за формулою (7.4).

7.3.2. Комплексна оцінка якісного стану ґрунтів та земельних ресурсів Вінницької області

Оцінка загального стану земельних ресурсів визначається відповідно до класифікаційної таблиці 7.7.

Показник (Пгв) господарського використання земель визначається за формулою (7.5):

$$\text{Пгв} = \frac{S_{22}}{S_3} \times 100 = ((2068,9 + 106,7 + 49,4)/2605,9) \times 100 = 85,38 \%$$

Вінницька область відноситься до зони Лісостепу, де за норму прийняте 70%.

Показник (Пр) розораності земель визначається за формулою (7.6):

$$\text{Пр} = \frac{S_p}{S_3} \times 100 = (1728,1/2605,9) \times 100 = 66,32 \%$$

Показник стійкості (РЄ) обчислюється за формулою (7.7):

$$P\epsilon = \frac{S_{cm}}{S_p} = (378,7 + 29,1 + 50,3 + 50,3 + 187,4)/1728,1 = 0,4$$

Показник (Пл) досягнення оптимальної лісистості визначається за формулою (7.8):

$$\text{Пл} = \frac{S_l}{S_{oon}} \times 100, = (378,7/416,94) \times 100 = 90,83 \%;$$

Показник заповідності (Ппзф) визначається за формулою (7.9):

$$\text{Ппзф} = \frac{S_{nn3}}{S_3} \times 100 = (56,4/2605,9) \times 100 = 2,17 \%$$

Показник еродованості (Пе) визначається за формулою (7.10):

$$\text{Пе} = \frac{S_e}{S_3} \times 100 = (606,1/2605,9) \times 100 = 23,26 \%$$

Показник деградованих сільськогосподарських земель (Пдсг) визначається за формулою (7.11):

$$\text{Пдсг} = \frac{S_{\partial\partial}}{S_{cc}} \times 100 = (922,8/2068,9) \times 100 = 44,6 \%$$

Показник зсувів (Пзз) і земель визначається за формулою (7.13) :

$$Пзз = \frac{S_{зз}}{S_3} \times 100 = (1,655/2605,9) \times 100 = 0,06 \%$$

Інтегральний показник загального стану земельних ресурсів (I_{z_st}) визначається за формулою (7.14):

$$I_{z_st} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k Z_i = 38/13 = 2,91$$

Таблиця 7.11 – Комплексна оцінка якісного стану ґрунтів та земельних ресурсів Вінницької області

Показник	Значення показника	Бальна оцінка і-го показника відповідно таблиці 7.7 (Z_i)
Показник (Пгв) господарського використання земель, %	85,38	4
Показник (Пр) розораності земель, %	66,32	4
Середній вміст гумусу, %	2,76	3
Показник стійкості (РЄ)	0,4	3
Стійкість ґрунтів щодо підкислення	Високо піддатливі підкисленню	4
Стійкість ґрунтів щодо підуження	Не піддатливі підлуженню	1
Показник (Пл) досягнення оптимальної лісистості, %	90,83	1
Показник заповідності (Ппзф), %	2,17	4
Показник еродованості (Пе), %	23,26	2
Показник деградованих сільськогосподарських земель (Пдсг), %	44,6	4
Показник зсувів (Пзз), %	0,06	1
Накопичення непридатних або заборонених до використання пестицидів (НП), тонн	722,685	4
Інтегральний показник забруднення земельних ресурсів (I_{zab})	3	3
Інтегральний показник загального стану земельних ресурсів (I_{z_st})	2,95	3

Висновки:

Комплексна оцінка якісного стану ґрунтів та земельних ресурсів Вінницької області за інтегральним показником загального стану земельних ресурсів (Iz_st) визначає стан земельних ресурсів як посередній (3 клас).

Оцінка якісного стану ґрунтів Вінницької області за рівнем забруднення дозволила її віднести до 3 класу з причини радіаційного забруднення та забруднення ґрунтів важкими металами.

Найбільш небезпечними при визначенні комплексної оцінки стану земельних ресурсів області є показники:

- висока ступінь господарського використання земель (85,38 % - 4 бал);
- висока розораність земель (66,32 % - 4 бал);
- низький показник екологічної стійкості ґрунтів (0,4 – 3 бал);
- висока піддатливість ґрунтів підкисленню (4 бал);
- низька лісистість 14,3% при оптимальній лісистості 25 %;
- низький показник заповідності (2,17 – 4 бал);
- велика кількість деградованих сільськогосподарських земель (4 бал);
- великі обсяги накопичення непридатних або заборонених до використання пестицидів (722,685 тонн).

Таким чином для попередження подальшої деградації земельних ресурсів Вінницької області необхідно впровадження комплексної програми щодо охорони ґрунтів та відтворення земельних ресурсів.

Питання для самоконтролю:

Що показує гранично допустима кількість (ГДК) речовин, що забруднюють ґрунти?

Як визначити рівень забруднення ґрунтів?

Які показники необхідно оцінити для комплексної оцінки якісного стану ґрунтів та земельних ресурсів?

Як визначається «інтегральний показник забруднення земельних ресурсів»?

Яка мета для комплексної оцінки якісного стану ґрунтів та земельних ресурсів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ПОДАТКУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

План

- 8.1. Загальні принципи визначення екологічного податку відповідно до Податкового Кодексу України
- 8.2. Методика визначення екологічного податку відповідно до Податкового Кодексу України.
 - 8.2.1. Визначення екологічного податку стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря.
 - 8.2.2. Визначення екологічного податку за скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти.
 - 8.2.3. Визначення екологічного податку за розміщення відходів.
- 8.3. Практичне завдання.

8.1 Загальні принципи визначення екологічного податку відповідно до податкового кодексу України

Відповідно до статті 240 Податкового кодексу України (ПКУ) платниками податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, що не провадять господарську (підприємницьку) діяльність, бюджетні установи, громадські та інші підприємства, установи та організації, постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції стосовно таких нерезидентів або їх засновників, під час провадження діяльності яких на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюються:

- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення;
- скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти;
- розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах, крім розміщення окремих видів відходів як вторинної сировини;
- утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені);
- тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк.

Не є платниками податку за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені) суб'єкти діяльності у сфері використання ядерної енергії, які:

- до останнього календарного дня (включно) звітного кварталу, у якому придбано джерело іонізуючого випромінювання, уклали договір щодо повернення відпрацьованого закритого джерела іонізуючого випромінювання за межі України до підприємства - виробника такого джерела;

- здійснюють поводження з радіоактивними відходами, що утворилися внаслідок Чорнобильської катастрофи, в частині діяльності, пов'язаної з такими відходами.

Не є платниками податку, що справляється за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені) та/або тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлені особливими умовами ліцензії строк, державні спеціалізовані підприємства з поводження з радіоактивними відходами, основною діяльністю яких є зберігання, переробка та захоронення тих радіоактивних відходів, що знаходяться у власності держави, а також дезактивація радіаційно-забруднених об'єктів.

Не є платниками податку за розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах суб'єкти господарювання, які мають ліцензію на збирання і заготівлю відходів як вторинної сировини, провадять статутну діяльність із збирання і заготівлі таких відходів, що розміщуються на власних територіях (об'єктах), та надають послуги у цій сфері.

Досліджуючи терміни, вказані в даному пп. ПК, зазначимо, що викид речовини, згідно з Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 10.02.1995 р. N 7 «Про затвердження Інструкції «Про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві», визначається як надходження речовини в атмосферу від джерел забруднення. Забруднююча речовина визначається як речовина хімічного або біологічного походження, що наявна або надходить в атмосферне повітря і може прямо або опосередковано справляти негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища згідно з Законом України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 N 2707-XII. Поняття «стаціонарне джерело» забруднення визначено в розділі 1 пп. 14.1.230 ПК України, відповідно це - підприємство, цех, агрегат, установка або інший нерухомий об'єкт, що зберігає свої просторові координати протягом певного часу і здійснює викиди забруднюючих речовин в атмосферу та/або скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти.

Суб'єкт, вказаний у п. 240.1 ПК України, зобов'язаний з'ясувати вид і кількісний склад забруднюючих речовин, що викидаються у атмосферне повітря внаслідок провадження його діяльності. Для цього необхідно провести інвентаризацію викидів забруднюючих речовин в атмосферу, звернувшись до спеціалізованих організацій, відповідних підрозділів підприємств, які мають певний досвід роботи, технічне обладнання і перебувають на обліку в Міністерстві екології та природних ресурсів України відповідно до пп. 1.10 Інструкції від 10.02.1995 р. N 7 (повна назва документа наведена вище). Слід зазначити, що питання щодо інвентаризації викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення не належить до компетенції податкових органів.

Після проведення інвентаризації суб'єкта, вказаного в п. 240.1 ПК України, необхідно отримати дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами відповідно до ст. 11 Закону України від 16.10.1992 р. N 2707 «Про охорону атмосферного повітря».

Як зазначено у п. 250.4 ПК України, органи виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища передають до органів ДПС переліки підприємств, установ, організацій, фізичних осіб - підприємців, яким в установленому порядку видано дозволи на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, але невключення підприємства, установи, організації, громадянина - суб'єкта господарювання до вказаного переліку не звільняє їх від сплати екологічного податку.

Суб'єкти, визначені в п. 240.1 ПК України, набувають ознак платника екологічного податку за умови, якщо внаслідок їх діяльності відбувається здійснення скидів забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти.

Забруднююча речовина - речовина, яка привноситься у водний об'єкт у результаті господарської діяльності людини згідно з Водним кодексом України від 06.06.1995 N 213/95-ВР.

Проводячи скиди забруднюючих речовин безпосередньо в водні об'єкти, суб'єкти, зазначені в п. 240.1 ПК України, мають отримати дозволи на спеціальне водокористування (відповідно до ст. 49 Водного кодексу України).

Порядок погодження та видачі дозволів на спеціальне водокористування затверджено постановою КМ України від 13 березня 2002 р. N 321 «Про затвердження Порядку погодження та видачі дозволів на спеціальне водокористування та внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 10 серпня 1992 р. N 459».

У випадку здійснення скидів промислових та інших стічних вод у системи каналізації населених пунктів платниками екологічного податку є водоканали. Підприємства, які скидають стічні води в системи комунальної чи відомчої каналізації, сплачують за послуги водовідведення за укладеними договорами. Підприємства повинні повністю покрити всі витрати водоканалу, пов'язані з транспортуванням і очищенням стічних вод та справлянням екологічного податку.

За додаткові обсяги стічних вод підприємств (не враховані договором), що надходять до міської каналізації, застосовується підвищуючий коефіцієнт до ставки екологічного податку в частині скидів забруднюючих речовин у водойми.

Підприємства, які здійснюють скид та не мають договору (або при закінченні терміну його дії), сплачують плату водоканалу в п'ятикратному розмірі встановленого тарифу за весь обсяг скинутих за час відсутності договору стічних вод¹.

Отримуючи скиди стічних вод і плату за скид стічних вод від підприємств, водоканали обчислюють і сплачують екологічний податок відповідно до розділу 8 ПК України.

Як зазначено у ст. 17, 34 Закону про відходи, суб'єкт господарської діяльності, у власності або користуванні якого є хоча б один об'єкт поводження з небезпечними відходами, зобов'язаний: мати дозвіл на експлуатацію об'єкта поводження з небезпечними відходами та мати ліцензію на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами.

У суб'єкта, внаслідок діяльності якого утворилися відходи, не виникає податкового обов'язку стосовно екологічного податку за розміщення відходів за умови укладання договору з організацією зі збору (прийому) відходів і яка має ліцензією на здійснення цих операцій.

Але при порушенні умов договору щодо строків передачі відходів спеціалізованим організаціям (незалежно від того з власної вини чи з вини приймаючої організації) суб'єкт, внаслідок діяльності якого утворюються відходи, набуває ознак платника екологічного податку і несе відповідальність за правильність складання, своєчасність подання податкової декларації та сплати податку за фактичні обсяги відходів, що розміщувалися на його власних об'єктах протягом відповідного часу. У даній ситуації порушуються норми п. «б» ст. 42 Закону України «Про відходи», а саме: самовільне розміщення чи видалення відходів.

Також до вищевикладеного необхідно додати, що спеціалізовані підприємства із видалення відходів сплачують податок за фактично розміщені ві-

дходи, що утворювалися у процесі власної діяльності, а також за відходи, передані їм для розміщення іншими підприємствами, організаціями (власниками)².

Право на поводження з радіоактивними відходами мають юридичні та фізичні особи, які мають виданий у встановленому порядку дозвіл органу державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки на здійснення відповідного виду діяльності.

Відповідно до Порядку видачі ліцензій на провадження діяльності у сфері використання ядерної енергії, затвердженого Законом України «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії» від 11.01.2000 р. N 1370-XIV, здійснюється органом державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки або його територіальним органом.

Суб'єкти, зазначені в п. 240.1 ПК України, набувають ознак платника екологічного податку, якщо вони здійснюють тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлені особливими умовами ліцензії строк. Тимчасове зберігання радіоактивних відходів визначається як їх розміщення в об'єкті, в якому забезпечується їх ізоляція від навколишнього середовища, фізичний захист і радіаційний моніторинг, а також можливість наступного вилучення, переробки, перевезення та захоронення (відповідно до Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами»). Термін дії ліцензії окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії встановлюється органом державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки або його територіальним органом, але не повинен бути меншим ніж три роки і у разі потреби може продовжуватися за заявою ліцензіата та з дотриманням вимог, які встановлені пунктами 22-25 Постанови КМУ від 6.12.2000 р. N 1782 «Про затвердження Порядку ліцензування окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії».

У даному підпункті закладено стимули до зменшення строку тимчасового зберігання радіоактивних відходів, дотримання строку зберігання, який зазначається в ліцензії.

Під час експлуатації пересувних джерел забруднення атмосферного повітря відбувається значне забруднення навколишнього природного середовища вихлопними газами, які містять більше 250 токсичних компонентів (забруднюючих речовин), що мають чотири класи небезпеки. Особливо небезпечними серед яких є: оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки, вуглеводень, неметанові леткі органічні сполуки, метан, оксид азоту, аміак, сажа, вуглекислий газ, бенз(а)пірен, свинець, аерозоль (суміш води й всіх інших компонентів вихлопних газів, крім свинцю) та ін. Такий викид забруднюючих речовин відбувається внаслідок використання палива. Відповідно до норм європейського податкового законодавства такі викиди повинні оподаткову-

ватися екологічним податком. Виходячи з позиції гармонізації українського податкового законодавства з законодавством Європейського Союзу, у вітчизняну практику оподаткування було запроваджено даний вид екологічного податку.

Податок, що справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення у разі використання палива, утримується і сплачується до бюджету податковими агентами під час реалізації такого палива.

Пункт 240.2 ПК України відокремлює в окрему категорію платників екологічного податку - суб'єктів, які здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами забруднення у разі використання ними палива. Цей же пункт регламентує і перелік таких суб'єктів, які за своєю суттю є кінцевими платниками екологічного податку, оскільки вони є власниками або користувачами пересувних джерел забруднення.

Підпункт 14.1.142 пункту 14.1 статті 14 Кодексу тлумачить пересувне джерело забруднення як транспортний засіб, рух якого супроводжується викидом в атмосферу забруднюючих речовин. Власником транспортного засобу є конкретна фізична або юридична особа, яка володіє майновими правами на транспортний засіб та має на це відповідні документи (Постанова КМУ від 10 жовтня 2001 р. N 1306 «Про Правила дорожнього руху»). Тому власники транспортних засобів при придбанні пального повинні виконати своє податкове зобов'язання - сплатити екологічний податок до бюджету. Але пунктом 36.4 ПКУ законодавець покладає виконання такого податкового обов'язку не тільки на кінцевого платника податку, а й на свого представника чи податкового агента.

В екологічному податку таку функцію виконує податковий агент, що значно спрощує процес адміністрування екологічного податку та його сплати до бюджету. Стаття 18 Кодексу тлумачить уніфіковане визначення сутності податкового агента. В екологічному податку, у частині викидів забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами забруднення, функцію податкових агентів виконують дві групи суб'єктів господарювання: 1) суб'єкти, які здійснюють оптову торгівлю паливом; 2) суб'єкти, які здійснюють роздрібну торгівлю паливом (крім тих, які реалізують паливо, придбане у суб'єктів господарювання, що займаються його оптовою торгівлею).

8.2. Методика визначення екологічного податку відповідно до Податкового Кодексу України

Порядок утримання та сплати податку регламентується п. 250.2 ПКУ. Фактично, екологічний податок щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами забруднення, включений податковими агентами до ціни палива та сплачується власниками транспортних засобів при його придбанні. Виходячи з цього, даний податок є непрямим екологічним податком, який включається в ціну придбаного товару.

Об'єктом та базою оподаткування є:

- обсяги та види забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами;
- обсяги та види забруднюючих речовин, які скидаються безпосередньо у водні об'єкти;
- обсяги та види (класи) відходів, що розміщуються у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах протягом звітного кварталу, крім обсягів та видів (класів) окремих відходів як вторинної сировини, що розміщуються на власних територіях (об'єктах) суб'єктів господарювання, які мають ліцензію на збирання і заготівлю окремих видів відходів як вторинної сировини і провадять статутну діяльність із збирання і заготівлі таких відходів;
- обсяги та види палива, реалізованого податковими агентами;
- обсяги та категорія радіоактивних відходів, що утворюються внаслідок діяльності суб'єктів господарювання та/або тимчасово зберігаються їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк;
- обсяги електричної енергії, виробленої експлуатуючими організаціями ядерних установок (атомних електростанцій).

8.2.1. Визначення екологічного податку стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря

Викиди призводять до забруднення атмосферного повітря, тобто до зміни складу і його властивостей у результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища. Величина ставки податку залежить від ступеня впливу даної забруднюючої речовини на здоров'я населення та компоненти навколишнього природного середовища.

Щорічно до ПКУ відповідним Законом будуть вноситись зміни щодо коригування ставок оподаткування, з урахуванням індексів споживчих цін, індексів цін виробників промислової продукції.

Суми податку обчислюються платниками податку, крім тих, які визначені пунктом 240.2 статті 240 цього Кодексу, та податковими агентами самостійно щокварталу.

У разі якщо під час провадження господарської діяльності платником податку здійснюються різні види забруднення навколишнього природного середовища та/або забруднення різними видами забруднюючих речовин, такий платник зобов'язаний визначати суму податку окремо за кожним видом забруднення та/або за кожним видом забруднюючої речовини.

Ставки податку за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення встановлюються як фіксовані суми в гривнях за одиницю бази оподаткування (1 тону). До прийняття Податкового кодексу ставки екологічного податку називалися нормативами збору за забруднення навколишнього природного середовища та встановлювалися відповідно до Постанови КМУ N 303 від 01.03.1999 р. «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору». У даній статті наведено ставки податку за викиди основних забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Ставки податку за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 - Ставки податку за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення.

Найменування забруднюючої речовини	Ставка податку, гривень за 1 тону
Азоту оксиди	1553,79
Аміак	291,41
Ангідрид сірчистий	1553,79
Ацетон	582,83
Бенз(о)пірен	1977992,51
Бутилацетат	349,96

Ванадію п'ятиокис	5828,32
Водень хлористий	58,54
Вуглецю окис	58,54
Вуглеводні	87,81
Газоподібні фтористі сполуки	3846,95
Тверді речовини	58,54
Кадмію сполуки	12298,01
Марганець та його сполуки	12298,01
Нікель та його сполуки	62658,23
Озон	1553,79
Ртуть та її сполуки	65863,81
Свинець та його сполуки	65863,81
Сірководень	4993,53
Сірковуглець	3245,03
Спирт н-бутиловий	1553,79
Стирол	11346,13
Фенол	7052,52
Формальдегід	3846,95
Хром та його сполуки	41713,2

За викиди забруднюючих речовин, що не увійшли в таблицю варто застосовувати нормативи збору в залежності від установленого класу небезпеки даного забруднюючої речовини.

Таблиця 8.2 – Ставки податку, який справляється за викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення залежно від класу небезпечності (Нбі).

Клас небезпечності	Ставка податку, гривень за 1 тонну
I	11113,26
II	2545,11
III	379,22
IV	87,81

Для забруднюючих речовин (сполук), на які не встановлено клас небезпечності (крім двоокису вуглецю), ставки податку застосовуються залежно від установлених орієнтовнобезпечних рівнів впливу таких речовин (сполук) у атмосферному повітрі населених пунктів.

Відповідно до «Державних санітарних правил охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)» гранично допустима концентрація (ГДК) забруднюючої речовини (полютанту) в атмосферному повітрі населених місць - це максимальна концентрація, при дії якої протягом усього життя людини не виникає прямого або опосередкованого несприятливого впливу на теперішнє і майбутнє покоління, не знижується працездатність людини, не погіршується її самопочуття та санітарно-побутові умови життя. ГДК встановлюється на основі тривалих досліджень за спеціальною методикою у підрозділах гігієнічного профілю, акредитованих Комітетом з питань гігієнічної регламентації МОЗ України, та затверджується головним державним санітарним лікарем України. Розрізняють два типи ГДК: максимальна разова - термін дії 20 хвилин, середньодобова - 24 години.

Орієнтовний безпечний рівень впливу речовин (ОБРВ) - це максимальна концентрація забруднюючої речовини, яка визнається орієнтовно безпечною при дії на людину та встановлюється як тимчасовий гігієнічний норматив допустимого вмісту речовини в атмосферному повітрі населених пунктів. ОБРВ подані на основі короткочасних досліджень за відповідною методикою та починає діяти після затвердження Головним державним санітарним лікарем України на обмежений термін. Значення ОБРВ представлені у ГН 2.2.6.-166-2009 «Орієнтовно безпечні рівні впливу забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць», що затверджені Постановою головного державного санітарного лікаря України від 11.12.2009 р N 34 «Про затвердження значень гігієнічних нормативів хімічних речовин в атмосферному повітрі населених місць».

Таблиця 8.3 - Нормативи збору, який справляється за викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення залежно від установлених орієнтовно-безпечних рівнів впливу (Нбі)

Орієнтовно безпечний рівень впливу речовин (сполук), міліграмів на 1 куб. метр	Ставка податку, гривень за 1 тону
Менше ніж 0,0001	467807,81
0,0001 - 0,001 (включно)	40081,78
Понад 0,001 - 0,01 (включно)	5536,9
Понад 0,01 - 0,1 (включно)	1553,79
Понад 0,1	58,54

Ставка податку за викиди двоокису вуглецю становить 0,2 гривні за 1 тонну. Запровадження ставок податку за викиди CO₂, по-перше, відповідає вимогам Кіотського протоколу, по-друге, сприяє впровадженню інноваційних технологій щодо зменшення викидів парникових газів, по-третє відповідає практиці екологічного оподаткування розвинених країн світу.

На сьогодні відомо близько 4 млн. хімічних сполук і з кожним роком їх кількість збільшується. Необхідність довготривалого періоду вивчення властивостей даних сполук, у т. ч. вивчення їх біологічного впливу на людину та компоненти навколишнього природного середовища, зумовлює відсутність встановлених показників граничнодопустимих концентрацій, орієнтовно-безпечних рівнів впливу та/чи класу небезпечності. Тому для забруднюючих речовин (сполук), на які не встановлено клас небезпечності та орієнтовно-безпечний рівень впливу (крім двоокису вуглецю), ставки податку встановлюються як за викиди забруднюючих речовин I класу небезпечності.

Вказані значення ставок є обґрунтованими через шкідливість та небезпечність для здоров'я населення цих забруднюючих речовин. Найбільшої шкоди організму людини завдає бенз(о)пірен, який навіть у невеликих кількостях здатний виявляти як мутагенну, так і канцерогенну дію на живі організми (людей, тварин тощо), що і визначило величину ставки податку за його викид в атмосферне повітря на рівні 1 554 343 грн за тонну.

Суми податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення (Пвс), обчислюються платниками податку самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів викидів, ставок податку за формулою:

$$Пвс = \sum (M_i \times Н_{pi}), \quad (8.1)$$

де

M_i - фактичний обсяг викиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах (т);

$Н_{pi}$ - ставки податку в поточному році за тонну i -тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками.

8.2.2. Визначення екологічного податку за скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти

Ставки податку за скиди у водні об'єкти забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення встановлюються як фіксовані суми в гривнях за одиницю бази оподаткування (1 тонну забруднюючих речовин, що

надходять у водні об'єкти від водокористувача). До прийняття ПКУ ставки екологічного податку називалися нормативами збору за забруднення навколишнього природного середовища та встановлювалися відповідно до Постанови КМУ N 303 від 01.03.1999 р. «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору».

Щорічно до ПКУ відповідним Законом будуть вноситись зміни щодо коригування ставок оподаткування, з урахуванням індексів споживчих цін, індексів цін виробників промислової продукції.

Величина ставки податку залежить від ступеня впливу даної забруднюючої речовини на здоров'я населення та компоненти навколишнього природного середовища. У даній статті ПКУ наведено ставки податку за скиди основних забруднюючих речовин у водні об'єкти.

Таблиця 8.4 – Ставки податку, який справляється за скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти, в тому числі у морські води.

Назва забруднюючої речовини	Ставка податку, гривень за 1 тонну
Азот амонійний	1020,6
Органічні речовини (за показниками БСК 5)	408,5
Завислі речовини	29,27
Нафтопродукти	6003,94
Нітрати	87,81
Нітроти	5012,61
Сульфати	29,27
Фосфати	815,72
Хлориди	29,27

Для забруднюючих речовин, що не ввійшли до таблиці 8.4, за ставки податку беруться відповідно до ГДК або ОБРВ (табл. 8.5.).

Відповідно до ст. 1 Водного кодексу України від 06.06.1995 р. N 213/95-ВР гранично допустима концентрація (ГДК) речовини у воді - це встановлений рівень концентрації речовини у воді, вище якого вода вважається непридатною для конкретних цілей водокористування. Водокористування - використання вод (водних об'єктів) для задоволення потреб населення, промисловості, сільського господарства, транспорту та інших галузей го-

сподарства, включаючи право на забір води, скидання стічних вод та інші види використання вод (водних об'єктів).

Орієнтовний безпечний рівень впливу речовин (ОБРВ) - це максимальна концентрація забруднюючої речовини, яка визнається орієнтовно безпечною при скиді у водний об'єкт зворотних вод та приймається як тимчасовий гігієнічний норматив допустимого вмісту речовини у воді водних об'єктів. ОБРВ встановлюється на основі короткочасних досліджень за відповідною методикою та набуває чинності після затвердження Головним державним санітарним лікарем України на обмежений термін. ОБРВ подані у Наказі МОЗ України N 336 від 21.11.1997 р. «Про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів (ГДК та ОБРВ) у повітрі робочої зони, атмосферному повітрі населених місць та (ОДР) у воді водоймищ».

За скиди забруднюючих речовин, на які не встановлено ГДК або ОБРВ, застосовуються ставки податку за найменшою величиною гранично допустимої концентрації, наведеної у пункті 245.2 статті ПКУ, тобто 84 033 грн за тону.

Таблиця 8.5 - Ставки податку, який справляється за скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти залежно від концентрації забруднюючих речовин.

Гранично допустима концентрація забруднюючих речовин або орієнтовно безпечний рівень впливу, міліграмів на 1 літр	Ставка податку, гривень за 1 тону
До 0,001 (включно)	106936,91
Понад 0,001 - 0,1 (включно)	77534,45
Понад 0,1 - 1 (включно)	13366,96
Понад 1 - 10 (включно)	1360,37
Понад 10	272,33

За скиди забруднюючих речовин у ставки та озера ставки податку, зазначені у пунктах 245.1 і 245.2 цієї статті, збільшуються у 1,5 раза.

Застосування підвищуючого коефіцієнту до ставки - 1,5 (відповідно до пункту 245.4 ПК України), зумовлене тим, що озера та ставки є закритими і тому відновлення (самоочищення) води водойм здійснюється повільніше.

Суми податку, який справляється за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти (Пс), обчислюються платниками самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів скидів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою:

$$Пс = \sum (Млі \times Нпі \times Кос), \quad (8.2)$$

де

Млі - обсяг скиду і-тої забруднюючої речовини в тоннах (т);

Нпі - ставки податку в поточному році за тонну і-того виду забруднюючої речовини у гривнях з копійками;

Кос - коефіцієнт, що дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання забруднюючих речовин у ставки і озера (в іншому випадку коефіцієнт дорівнює 1)

8.2.3. Визначення екологічного податку за розміщення відходів

Усі небезпечні відходи за ступенем їх шкідливого впливу на навколишнє природне середовище та на життя і здоров'я людини відповідно до переліку небезпечних властивостей поділяються на класи і підлягають обліку. Відповідний клас відходів визначається виробником відходів відповідно до нормативно-правових актів, що затверджуються спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів за погодженням з державною санітарно-епідеміологічною службою України.

Зберігання небезпечних відходів на території підприємств, установ, організацій - суб'єктів господарської діяльності здійснюється у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України. Підприємства, установи та організації - суб'єкти господарської діяльності, на території яких зберігаються небезпечні відходи, належать, відповідно до закону, до об'єктів підвищеної небезпеки. Відповідальність суб'єкта господарської діяльності, у власності або у користуванні якого є хоча б один об'єкт поводження з небезпечними відходами, за шкоду, яка може бути заподіяна аваріями на таких об'єктах життю, здоров'ю, майну фізичних та/або юридичних осіб, підлягає обов'язковому страхуванню відповідно до чинного законодавства.

Усі відходи мають маркування відповідно до Класифікатора відходів ДК 005-96, затвердженого Наказом Держстандарту N 89 від 29.02.1996 р. Класифікатор відходів (далі - КВ) входить до державної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації. КВ забезпечує інформаційне підтримування у вирішенні широкого кола питань державного управління відходами та ресурсовикористанням на базі системи обліку та звітності, гармонізованої з міжнародними системами, зокрема, у галузі еко-

логії, захисту життя та здоров'я населення, безпеки праці, ресурсозбереження, структурної перебудови економіки, сертифікації продукції (послуг) та систем якості. Використання КВ створює нормативну базу для проведення порівнювального аналізу структури та обсягу утворення відходів у межах Європейської статистики усіх видів економічної діяльності, у тому числі Європейської виробничої статистики, статистики агрокомплексу, статистики послуг, а також порівняльного аналізу послуг, пов'язаних з відходами, на міжгалузевому, державному, міждержавному рівнях.

Щорічно до ПКУ відповідним Законом будуть вноситись зміни щодо коригування ставок оподаткування, з урахуванням індексів споживчих цін, індексів цін виробників промислової продукції.

Ставки податку за розміщення відходів, які встановлюються залежно від класу небезпеки та рівня небезпечності відходів.

246.2. I клас - це надзвичайно небезпечні відходи - обладнання та прилади, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням, люмінесцентні лампи і непридатні для застосування отрутохімікати та пестициди (до вказаного класу небезпеки також відносяться відходи, на які не встановлено класу небезпеки); II клас - високонебезпечні відходи, до яких можуть бути віднесені відпрацьовані масла та мастила технічні і гідравлічні, нафтошлами, розчинники органічні відпрацьовані; III клас - помірно небезпечні відходи, до яких можуть бути віднесені акумулятори, медичний фіксаж, відпрацьовані фарби, плати зіпсовані, смоли зіпсовані, пил полірувальних кругів; IV клас - малонебезпечні відходи, до яких можуть бути віднесені автошини, побутове сміття, дефекація, сироватка, маслянка, склобій, тара, відходи деревини, а також малонебезпечні нетоксичні відходи гірничодобувної промисловості.

Ставки податку за розміщення окремих видів надзвичайно небезпечних відходів:

- обладнання та приладів, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням, - 431 гривня за одиницю;

- люмінесцентних ламп - 7,5 гривні за одиницю.

Ставки податку за розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах наведено в табл.8.6.

Таблиця 8.6 - Ставки податку за розміщення відходів

Клас небезпеки відходів	Рівень небезпечності відходів	Ставка податку, гривень за 1 тон-
-------------------------	-------------------------------	-----------------------------------

		ну
I	надзвичайно небезпечні	890,79
II	високо небезпечні	32,45
III	помірно небезпечні	8,14
IV	мало небезпечні	3,17
	мало небезпечні нетоксичні відходи гірничодобувної промисловості	0,31

За розміщення відходів, на які не встановлено клас небезпеки, застосовується ставка податку, встановлена за розміщення відходів I класу небезпеки.

Коефіцієнт до ставок податку, який встановлюється залежно від місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі наведено в табл. 8.7.

Таблиця 8.7 – Коефіцієнт, який встановлюється залежно від місця (зони) розміщення відходів у навколишньому середовищі.

Місце (зона) розміщення відходів	Коефіцієнт
В межах населеного пункту або на відстані менш як 3 км від таких меж	3
На відстані від 3 км і більше від меж населеного пункту	1

За розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів, ставки податку збільшуються у 3 рази (табл.8.8).

Таблиця 8.8 – Коефіцієнт, який встановлюється залежно від місця розміщення відходів

Характер місця розміщення відходів	Коефіцієнт
Спеціально створені місця складування (полігони), що забезпечують захист атмосферного повітря та водних об'єктів від забруднення	1
Звалища, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів	3

Відповідні значення коефіцієнта K_o (раніше - коригуючий коефіцієнт, який враховував місце розміщення відходів) застосовувались і до прийняття ПК відповідно до Додатка 2 Постанови КМУ N 303 від 01.03.1999 р. «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору». Застосування вказаного коефіцієнту є обґрунтованим, він є стимулом для обладнання місць зберігання відходів, які б забезпечували їх ізоляцію від навколишнього природного середовища.

Суми податку, який справляється за розміщення відходів (Прв), обчислюються платниками самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів розміщення відходів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою:

$$\text{Прв} = \sum (\text{Нпі} \times \text{Млі} \times \text{Кт} \times \text{Ко}), \quad (8.3)$$

де

Нпі - ставки податку в поточному році за тонну і-того виду відходів у гривнях з копійками;

Млі - обсяг відходів і-того виду в тоннах (т);

Кт - коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів і який наведено у табл. 8.7;

Ко - коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів (табл. 8.8).

8.3. Практичне завдання

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків відповідно до варіанту завдання.
2. Розрахувати величину екологічного податку за викиди в атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення відповідно до формули 8.1 (задача 8.1).
3. Визначити величину екологічного податку за скидання забруд-

нюючих речовин у поверхневій воді відповідно до формули 8.2 (задача 8.2).

4. Розрахувати величину екологічного податку за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі за формулою 8.3 (задача 8.3).

Задача 8.1. Визначити екологічний податок за забруднення довкілля за рік, якщо підприємством - природокористувачем у кожному кварталі в межах ліміту в атмосферне повітря викидалось (табл. 8.9).

Таблиця 8.9 - Вихідні дані для розрахунку

Речовина, т	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тверді речовини	-	10,02	-	0,14	-	-	-	-	-	0,38
Водень хлористий	-	-	0,37	-	-	0,61	-	-	0,17	-
Ангідрид сірчистий	2,21	-	-	-	2,44	-	-	-	1,37	
Азоту оксиди	-	40,09	34,97	15,0	-	41,01	5,15	9,2	-	52,13
Вуглецю окис	21,01	-	18,57	-	30,1	-	18,35	10,53	-	-
Сірководень	1,12	-	-	0,97	-	1,06	0,86	-	0,27	-
Аміак	-	0,51	-	-	0,86	0,36	-	0,73	-	-
Спирт н-бутиловий	0,01	0,21	0,21	0,52	0,15	-	0,92	-	0,15	0,26
Речовина, т	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тверді речовини	12,05	-	-	4,14	3,55	-	2,56	-	-	0,68
Водень хлористий	-	-	0,56	0,27	0,64	-	-	0,47	0,27	0,33
Ангідрид сірчистий	-	4,25	-	-	-	4,47	5,33	-	-	2,7
Азоту оксиди	42,5	-	31,92	25,9	31,0	-	7,15	19,2	32,1	-
Вуглецю окис	-	24,03	-	28,5	-	20,1	28,5	18,5	-	-
Сірководень	-	1,25	0,95	-	1,06	-	-	0,96	0,27	0,66
Аміак	0,57	-	0,36	-	0,86	0,36	1,1	0,93	-	-
Спирт н-	-	0,28	-	0,42	-	0,55	-	0,92	0,45	0,61

бутиловий										
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Крім того, у межах ліміту в атмосферу поступило: 0,356 т речовини А з ОБРВ 0,005 мг/м³ (варіант 1-6); 0,156 т речовини Б з ОБРВ 6,3 мг/м³ (варіант 7-14); 0,050 т речовини В з ОБРВ 0,0001 мг/м³ (варіант 15-20).

Режим роботи джерела викиду - безперервний. У розрахунках приймається, що 1 кв. становить 90 діб.

Задача 8.2. Визначити розмір екологічного податку за рік за скиди забруднюючих речовин, якщо відомо, що підприємство щоквартально скидає (табл. 8.10).

Таблиця 8.10 - Вихідні дані для розрахунку.

Речовина	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Азот амонійний	2,51	-	1,89	-	3,02	-	1,96	-	1,61	-
Хлориди	-	970,3	-	765,4	-	843,4	-	211,2	-	732,1
Сульфати	-	748,6	-	-	964,5	-	765,6	863,7	-	932,2
Нафтопродукти	0,85	-	0,79	0,97	-	0,76	1,03	-	0,94	-
Завислі речовини	21,45	10,95	12,72	13,82	19,62	15,13	-	17,43	19,21	12,74
Нітрати	0,43	-	-	0,21	-	-	-	-	0,52	-
Фосфати	0,22	-	0,43	-	0,52	-	0,87	-	0,23	-
Речовина	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Азот амонійний	3,12	-	4,9	-	2,09	-	4,62	-	3,68	-
Хлориди	-	560,3	-	645,4	230,5	435,6	-	714,5	-	327,8
Сульфати	56,3	447,6	354,2	-	654,6	-	652,6	763,5	-	891,4

Нафто-продукти	0,87	-	0,96	0,76	-	0,68	2,3	-	0,48	-
Завислі речовини	11,4	18,5	15,2	23,2	29,6	19,3	-	18,3	21,2	17,4
Нітрати	0,3	-	-	0,41	-	0,35	-	-	0,65	-
Фосфати	0,52	-	0,37	-	0,28	-	0,79	-	0,63	-

Крім зазначеного у цьому році підприємством було скинуто: 0,051 т етил-меркурхлориду з гранично допустимою концентрацією (ГДК) у воді рибогосподарських водойм 0,0001 мг/л (1 - 7 варіант); 0,123 т дипропиламіну з ГДК у воді рибогосподарських водойм 0,5 мг/л (8 - 15 варіант); 0,429 т поліхлорпінену з ГДК у воді рибогосподарських водойм 0,2 мг/л (16 - 20 варіант).

Задача 8.3. Визначити розмір збору за розміщення у навколишньому природному середовищі відходів за таких умов:

1) у межах ліміту підприємство розмістило відходи згідно даних наведених в таблиці 8.11;

2) місце розміщення відходів: полігон (варіант 1 - 10), сховища, які не забезпечують виключення забруднення довкілля (варіант 11 - 20). Полігони та сховища знаходяться за межами населених пунктів на відстані 10 км від їх меж.

Кількість відходів наведена в табл.8.11.

Таблиця 8.11 - Вихідні дані для розрахунку

Вид відходу	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лампи люмінесцентні, шт	3000	1905	400	987	2871	1500	452	841	989	1996
Відпрацьовані прилади, шт. (I*)	-	4	15	8	-	-	9	10	12	-
Відпрацьований кислотний електроліт, т (II)	0,24	-	0,12	-	0,199	0,302	-	-	-	0,205
Відпрацьований лужний електроліт, т	-	0,338	-	0,16	-	-	0,401	0,35	0,18	-

(II)										
Дрантя зама- слене, т (III)	5,0	-	-	-	4,563	5,997	-	-	-	3,976
Брухт чорних металів, т (III)	124,5	48,98	9,07	7,95	3,907	5,087	4,907	101,8	8,09	89,54
Брухт кольо- рових мета- лів, т (III)	4,897	1,098	0,36	1,98	3,903	2,564	4,032	2,186	1,96	4,213
Пил будіве- льний, т (IV)	1755,9	-	-	2,78	30,76	-	41,90	-	89,2	7,982
Дерев'яна тара, т (IV)	-	26,3	17,0	-	-	18,56	-	23,98	-	-
Картонна па- перова тара, т (IV)	64,72	5,876	1,95	4,95	56,28	34,52	20,85	45,63	17,0	5,83
Вид відходу	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Лампи люмі- несцентні, шт.	2300	1225	1400	876	2712	520	1432	412	198	96
Відпрацюва- ні прилади, шт. (I*)	27	14	5	18	-	34	-	20	32	-
Відпрацюва- ний кислот- ний електро- літ, т (II)	0,34	-	0,22	-	0,19	0,32	-	0,45	-	0,72
Відпрацюва- ний лужний електроліт, т (II)	-	0,68	-	0,67	-	-	0,42	0,55	0,28	-
Дрантя зама- слене, т (III)	15,0	-	-	-	14,5	15,97	-	5,0-	-	7,97
Брухт чорних металів, т (III)	24,5	38,18	9,23	6,95	5,91	15,0	5,97	10,19	3,09	29,34
Брухт кольо- рових мета- лів, т (III)	2,89	-	3,36	4,98	6,03	6,54	5,32	6,18	2,96	-
Пил будіве- льний, т (IV)	17,55	-	-	12,7	50,6	-	44,93	-	39,2	5,98
Дерев'яна тара, т (IV)	-	6,3	7,0	-	-	8,5	-	13,8	-	-
Картонна па- перова тара, т (IV)	34,72	15,87	21,9	7,95	6,28	14,52	10,85	25,63	27,0	-

*- клас небезпечності

Приклад виконання роботи.

Рішення задачі 8.1. Екологічний податок за забруднення атмосферного повітря за рік буде складати відповідно табл. 8.12.

Таблиця 8.12 – Визначення екологічного податку за забруднення атмосферного повітря

Назва забруднюючої речовини	Маса викиду, т	Ставка податку, гривень за 1 тону	Екологічний податок за 1 квартал, грн.	Екологічний податок за рік, грн.
Ангідрид сірчистий	2,21	1553,8	3433,88	13735,5
Вуглецю окис	21,01	58,54	1229,93	4919,702
Сірководень	1,12	4993,5	5592,75	22371,01
Спирт н-бутиловий	0,01	1553,8	15,54	62,1516
Речовина А	0,356	5536,9	1971,14	7884,546
Всього			12243,23	48972,92

Рішення задачі 8.2. Екологічний податок за рік за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти буде складати відповідно табл. 8.13.

Таблиця 8.13 – Визначення екологічного податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти

Забруднююча речовина	Маса скиду, т	Ставка податку, грн	Екологічний податок за 1 квартал, грн.	Екологічний податок за 1 рік, грн.
Азот амонійний	2,51	1020,6	2561,71	10246,82
Нафтопродукти	0,85	6003,94	5103,35	20413,40
Завислі речовини	21,45	29,27	627,84	2511,37
Нітрати	0,43	87,81	37,76	151,03
Фосфати	0,22	815,72	179,46	717,83
Етилмеркурхлорид	0,051	106936,91	5453,78	21815,13
Всього			13963,90	55855,58

Рішення задачі 8.3. Екологічний податок за рік за розміщення у навколишньому природному середовищі відходів буде складати відповідно табл. 8.14.

Таблиця 8.14 – Визначення екологічного податку за розміщення у навколишньому природному середовищі відходів

Від відходу	Обсяг утворення, т	Ставка податку, грн.	Екологічний податок за 1 квартал, грн.	Екологічний податок за 1 рік, грн.
Лампи люмінесцентні, шт	3000	7,5	22500	90000
Відпрацьований кислотний електроліт, т (II)	0,24	32,45	7,79	31,15
Дрантя замаслене, т (III)	5	8,14	40,70	162,80
Брухт чорних металів, т (III)	124,5	8,14	1013,43	4053,72
Брухт кольорових металів, т (III)	4,897	8,14	39,86	159,45
Пил будівельний, т (IV)	1755,9	3,17	5566,20	22264,81
Картонна паперова тара, т (IV)	64,72	3,17	205,16	820,65
Всього			29373,14	117492,58

Висновки:

Підприємство повинно сплатити екологічний податок за рік за забруднення атмосферного повітря - 48972,92 грн., за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти - 55855,58 грн., за розміщення у навколишньому природному середовищі відходів - 117492,58 грн. Таким чином, сплата екологічного податку спонукає підприємство модернізувати виробництво і зменшити вплив на навколишнє природне середовище.

Питання для самоконтролю:

1. За які види забруднення навколишнього природного середовища підприємства повинні сплачувати екологічний податок?
2. Як визначається ставка екологічного податку за забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і розміщення відходів?
3. Які чинники враховуються при визначенні екологічного податку?
4. Яким чином введення і сплата екологічного податку сприяє зменшенню навантаження на навколишнє природне середовище?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9.

ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ПРИ СУЧАСНОМУ РІВНІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

План

9.1 Методичні підходи до оцінки ризику здоров'ю населення

9.2. Міжнародна методика оцінки ризику для здоров'я населення (відповідно до підходу EPA US).

9.3 Методи оцінки ризику для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення атмосферного повітря

9.4 Практичне завдання

9.1 Методичні підходи до оцінки ризику здоров'ю населення

Під оцінкою ризику розуміється процес аналізу гігієнічних, токсикологічних і епідеміологічних даних для визначення кількісної імовірності несприятливого впливу на здоров'я населення шкідливих факторів навколишнього середовища.

Ризик для здоров'я - ймовірність розвитку загрози життю або здоров'ю людини чи здоров'ю майбутніх поколінь, обумовлена дією чинників навколишнього середовища.

Результати оцінки ризику дозволяють визначити доцільність, пріоритетність і ефективність природоохоронних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на зниження несприятливого впливу середовища на здоров'я населення.

На території України діють методичні рекомендації для оцінки ризику здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. При визначенні ризику впливу атмосферного повітря на здоров'я людей, необхідно враховувати весь спектр хімічних сполук, які діють на даній території. При визначенні пріоритетних речовин в Україні доцільно враховувати також закордонні переліки (Росія, США), які складені на основі вивчення компонентів забруднення повітряного середовища і характерних викидів різних промислових галузей. Для України важливо орієнтуватися на переліки загальнопоширених забруднюючих речовин атмосферного повітря, показників і інгредієнтів атмосферних опадів, позначених в порядку організації і проведення моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, затвердженого ухвалою Кабінету Міністрів України від 9 березня 1999 року N 343.

Відповідно до наукового підходу Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA US) концепція ризику включає два елементи - оцінку ризику і керування ним.

Основний принцип, покладений в основу методу оцінки ризику, - використання існуючої залежності "доза-відповідь", що дозволяє кількісно оціни-

ти величину негативного ефекту на здоров'я населення, виходячи з дози забруднюючої речовини, що потрапила в організм тим чи іншим шляхом (повітряним, через питну воду, їжу тощо)

Оцінка ризику являє собою науковий аналіз причин його появи і масштабів у конкретній ситуації. Оцінка ризику для здоров'я людини від впливу антропогенних факторів складається з чотирьох фа:

- виявлення небезпеки (збір і оцінка інформації про типи збитку здоров'ю і захворюваннях, з якими може бути пов'язаний вплив конкретної забруднюючої речовини, і про шляхи експозиції (інгаляційному, пероральному, потраплянні на шкіру);

- оцінка експозиції (виявлення груп населення, що зазнають вплив забруднюючої речовини, а також величини і тривалості впливу);

- кількісна оцінка дози впливу (виявлення взаємозв'язку між кількістю речовини, що надходить в організм і масштабами шкоди);

- характеристика ризику (висновок про ймовірне нанесення шкоди чи виникнення захворювання в результаті експозиції даної забруднюючої речовини, а також опис невизначеностей, пов'язаних з оцінкою).

У процесі оцінки ризику виявляються фактори потенційної небезпеки для здоров'я людини і стану екосистеми. На цьому етапі аналіз ведеться на якісному рівні, використовуючи дані моніторингу чи результати моделювання переносу забруднюючих речовин у навколишньому середовищі. Комплексна характеристика ризику являє собою кількісну оцінку потенційної небезпеки людині при можливому контакті з забруднюючими речовинами.

Для встановлення впливу середовища існування на здоров'я коефіцієнт захворюваності повинен розраховуватися відносно конкретних груп населення, за визначений проміжок часу і порівнюватися з аналогічними показниками на "контрольний" (відносно "чистий") території, щоб потім можна було визначити наявність чи відсутності причинно-наслідкових зв'язків між впливом конкретних факторів навколишнього середовища на відповідну групу населення.

Найбільш репрезентативною групою населення для виявлення зв'язку між якістю навколишньої природного середовища і здоров'ям населення є діти, тому що вони знаходяться під постійним медичним спостереженням (у дошкільних установах і школі) і медична статистика в галузі здоров'я дітей найбільш достовірна. Крім того, діти особливо відчутно реагують на зміни якості навколишнього середовища; вони не мають шкідливих звичок (паління, алкоголізм і наркотики) й менш піддані нервовим стресам; на дітей не впливають виробничі фактори.

Вибір моделі залежить від тієї концептуальної системи, яка прийнята для оцінки ризику, наприклад, у Росії застосовуються наступні:

- система гігієнічного регламентування (система гранично - допустимих концентрацій - ГДК);

- міжнародний підхід (розроблений EPA US);
- методи оцінки ризику, розроблені російськими вченими на основі принципів гігієнічного регламентування шкідливих факторів навколишнього середовища, приватних моделях і результатах епідеміологічних досліджень.

Методи оцінки ризику, засновані на принципах гігієнічного регламентування шкідливих факторів навколишнього середовища:

- принцип пороговості поширюється на всі ефекти несприятливого впливу;
- дотримання нормативу (ГДК і ін.) гарантує відсутність несприятливих для здоров'я ефектів, а перевищення нормативу може викликати несприятливі для здоров'я ефекти.

Наказом МОЗ України 13.04.2007 № 184 затверджено методичні рекомендації "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря". Методичні рекомендації "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря" (далі - методичні рекомендації (МР)) призначені для спеціалістів установ та закладів державної санітарно-епідеміологічної служби, які здійснюють оцінку рівня канцерогенного та неканцерогенного ризиків для здоров'я населення від існуючого забруднення атмосферного повітря на території населеного пункту, яке сформоване за рахунок промислових викидів, життєдіяльності населення та процесів трансформації. У даних методичних рекомендаціях терміни і визначення застосовуються в такому значенні:

Аналіз ризику - процес отримання інформації, необхідної для запобігання негативних наслідків для здоров'я і життя людини, який включає етапи з оцінки ризику, управління ризиком і розповсюдження інформації про ризик.

Доза - основна міра експозиції, яка характеризує кількість хімічної речовини, що впливає на організм.

Експозиція - кількість хімічної речовини, яка доступна для абсорбції на обмінних оболонках тіла (легені, шлунково-кишковий тракт, шкіра) протягом певної тривалості впливу.

Залежність "доза-відповідь" - зв'язок між рівнем експозиції (дозою) і ступенем прояву специфічного ефекту у популяції, що зазнає впливу даної сполуки.

Індекс небезпеки - сума коефіцієнтів небезпеки для речовин з однорідним механізмом дії або сума коефіцієнтів небезпеки для різних шляхів надходження хімічної речовини.

Індивідуальний ризик - оцінка імовірності розвитку негативного ефекту у індивіда, наприклад, ризик розвитку раку у одного індивіда із 1 000 осіб, які зазнавали впливу (ризик 1 на -31 000 або 10).

Канцерогенний ризик - імовірність розвитку новоутворень протягом життя людини, що обумовлена впливом потенційного канцерогена.

Коефіцієнт небезпеки - відношення дози (або концентрації) впливу хімічної речовини до її безпечного (референтного) рівня впливу.

Кумулятивний ризик - імовірність розвитку шкідливого ефекту внаслідок одночасного надходження в організм усіма можливими шляхами хімічних речовин, що мають схожий механізм дії.

Маршрут впливу - шлях хімічної речовини від джерела її утворення і надходження у навколишнє природне середовище до організму людини, що зазнає експозиції впливу. Складається із джерела забруднення навколишнього природного середовища, первинного забрудненого середовища, транспортуючого середовища і середовища, що безпосередньо впливає на людину.

Невизначеність - ситуація, обумовлена недосконалістю знань про сучасний або майбутній стан системи взаємозв'язку між шкідливим чинником і організмом людини. Характеризує часткову відсутність відомостей про певні параметри, процеси, моделі, що використовуються при оцінці ризику.

Одиничний ризик (UR) - верхня межа додаткового ризику протягом життя, який обумовлений впливом хімічної речовини в концентрації 1 мкг/куб.м (за інгаляційного шляху надходження з атмосферного повітря).

Популяційний ризик - агрегована міра очікуваної частоти ефектів серед всіх людей, які зазнали впливу (наприклад, 20 випадків захворювання на рак у популяції окремого району, міста тощо).

Референтна доза/концентрація (RfD/RfC) - добовий вплив хімічної речовини протягом життя, що встановлюється з урахуванням всіх наявних сучасних наукових даних та, імовірно, не призводить до виникнення ризику для здоров'я чутливих груп населення.

Ризик для здоров'я - імовірність розвитку негативних наслідків для здоров'я у окремих індивідів або групи осіб, які зазнали певного впливу хімічної речовини. Характеризується величиною, що лежить в інтервалі (0..1), де 0 означає відсутність ефекту, а 1 - обов'язковий його прояв.

Середня добова доза/концентрація впливу протягом життя (ADD/ADC, або LADD/LADC) - потенційна добова доза/концентрація, осере-

днена за період впливу хімічної речовини. Період осереднення експозиції для канцерогенів - 70 років.

Фактор канцерогенного потенціалу (SF) - міра додаткового індивідуального канцерогенного ризику або ступінь збільшення імовірності розвитку раку за впливу канцерогена.

Характеристика ризику - завершальний етап оцінки ризику, на якому узагальнюються дані попередніх етапів і пов'язаних з ними невизначеностей з метою обґрунтування висновків і рекомендацій, необхідних для управління ризиком.

Фактори ризику - негативні чинники, що провокують або збільшують ризик розвитку певних ефектів (захворювань).

9.2. Міжнародна методика оцінки ризику для здоров'я населення (відповідно до підходу EPA US).

Метод оцінки ризику заснований на наборі типових випадків контакту людей з носіями забруднення (так називані "контактні середовища"), типових фізико-хімічних механізмів - шляхах контактів людини з забруднювачами і наборі популяційних груп з однаковими умовами експозиції до забруднювачів. Сукупність усіляких шляхів, для різних груп, називається матрицею експозиції. Для кожного елемента матриці експозиції розраховується доза забруднювача:

$$LADI = \frac{(C/W) \times V \times F \times D}{T}, \quad (9.1)$$

де

LADI - середня довічна щоденна доза, мг/(кг * добу);

C - концентрація забруднювача у контактному середовищі, мг/м³;

W - вага тіла індивідуума, кг;

V - споживання індивідом даного контактного середовища, м³/добу;

F - частота події контакту з носієм, днів/рік;

D - період, на який екстраполюються поточні умови експозиції, років;

T - період осереднення дози, дні.

На четвертому етапі "характеристика ризику" для кожного елемента матриці експозиції розраховуються показники ризику:

$$CR = SF \times LADI, \quad (9.2)$$

де

CR - ймовірність занедужати раком, безвимірний (звичайно виражається в одиницях 1:1000000);

SF - ймовірність одержання ракового захворювання у випадку прийому одиничної дози LADI, 1/мг/кг * доба;

$$HI = LADI / RfD, \quad (9.3)$$

де

HI - коефіцієнт небезпеки одержати неадекватне захворювання, безрозмірний;

RfD - гранична доза речовини забруднювача, що викликає неадекватне захворювання, мг/кг у добу.

За наведеними вище формулами ризик може бути обчислений за окремими забруднюючими речовинами, різними територіями, групами населення тощо. Ймовірнісна величина ризику дозволяє інтегрувати ризики за різними критеріями: територіальним, експозиційним групам, шляхам контакту, джерелам забруднення й окремим забруднюючим речовинам, компонентам навколишнього середовища.

Таким чином, ця методика може застосовуватися відносно населення в цілому і різних експозиційних груп, що проживають на забруднених територіях чи працюючих на шкідливих виробництвах.

Аналіз невизначеностей. В кінці кожного етапу оцінки ризику проводять аналіз невизначеностей, що можуть вплинути на достовірність результатів. Невизначеності являють собою часткову відсутність знань або фактичних даних щодо певних параметрів, процесів або моделей.

Можливі невизначеності поділяються на три категорії:

- невизначеності, зумовлені відсутністю або неповною інформацією, яка необхідна для коректного визначення ризику (наприклад, неповні або неточні дані про джерела забруднення навколишнього природного середовища, якісних та кількісних характеристиках емісії хімічних сполук тощо);

- невизначеності, пов'язані із деякими параметрами, які використовують для оцінки експозиції і розрахунку ризику (наприклад, установлення токсикологічних параметрів в експериментальних умовах та екстраполяція їх на населення);

- невизначеності, зумовлені пробілами в науковій теорії, яка необхідна для передбачення на основі причинних зв'язків (неповнота інформації щодо параметрів, які застосовуються при аналізі ризику: характеристика популяції, довкілля, фізико-хімічні властивості сполук тощо).

Оскільки невизначеність властива самому процесу оцінки ризику, в певних випадках вона може бути зменшена шляхом додаткових досліджень чи вимірювань через виділення декількох параметрів, точність визначення яких чинить найбільший вплив на кінцеві оцінки ризику і величину загальної невизначеності.

Невизначеності притаманні усім етапам оцінки ризику і повинні враховуватись при підведенні підсумку і визначенні елементів управління ризиком.

Управління ризиком. Управління ризиком є логічним продовженням оцінки ризику. Основні завдання управління ризиком - порівняльне вивчення факторів ризику, установлення вагомості ризиків, їхнє ранжування і виявлення пріоритетів, обґрунтування найкращих в даній ситуації рішень з усунення або мінімізації ризику, а також оцінка ефективності і корегування оздоровчих заходів. Управління ризиком базується на сукупності політичних, соціальних і економічних оцінок отриманих величин ризиків, порівняльній характеристиці можливої шкоди для здоров'я людини і суспільства в цілому, можливих витрат на реалізацію різних варіантів управлінських рішень зі зниження ризику і тих вигод, які будуть отримані в результаті реалізації заходів.

Інформування про ризик. Останнім етапом методології аналізу ризику є інформування про ризик. Інформування про ризик - це процес розповсюдження результатів визначення ступеня ризику для здоров'я людини і рішень щодо його контролю.

На їх основі органи санепідслужби спільно з адміністративними органами, з огляду на пріоритетність як окремих джерел забруднення, так і провідних чинників, які формують найбільш високий і небезпечний рівень ризику для здоров'я населення та стану навколишнього природного середовища, розробляють комплекс профілактичних заходів і черговість їх впровадження.

Цей аспект є принципово новим і відрізняє концепцію ризику від попередніх концепцій, що використовувались при оцінці небезпеки впливу шкідливих факторів оточуючого середовища на населення.

9.3 Методи оцінки ризику для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення атмосферного повітря

Оцінка ризику для здоров'я населення здійснюється окремо для канцерогенних і не канцерогенних ефектів.

Характеристика канцерогенного ризику здійснюється поетапно:

- узагальнення й аналіз всієї наявної інформації про шкідливих факторів, особливості їхньої дії на організм людини, рівнях експозиції;
- розрахунок індивідуального канцерогенного ризику для кожної речо-

вини, що надходить в організм людини аналізованими шляхами;

- розрахунок індивідуального канцерогенного ризику для кожного канцерогенного компонента досліджуваної суміші хімічних речовин, а також сумарного канцерогенного ризику для всієї суміші;

- розрахунок сумарних канцерогенних ризиків для кожного з аналізованих шляхів надходження, а також загального сумарного канцерогенного ризику для всіх речовин і всіх аналізованих шляхів їхнього надходження в організм.

- розрахунок популяційних канцерогенних ризиків;

- обговорення й оцінка джерел невизначеності й варіабельності результатів характеристики ризику;

- узагальнення й подання результатів характеристики ризику.

Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику здійснюється з використанням даних про величину експозиції й значення факторів канцерогенного потенціалу (фактор нахилу, одиничний ризик). Як правило, для канцерогенних хімічних речовин додаткова ймовірність розвитку рака в індивідуума на всьому протязі життя (CR) оцінюється з урахуванням середньодобової дози протягом життя ($LADD$) за формулою:

$$CR = LADD \cdot SF, \quad (9.4)$$

де:

$LADD$ - середньодобова доза протягом життя, мг/(кг·добу);

SF - фактор нахилу, (мг/(кг·добу))⁻¹.

При використанні величини одиничного ризику (UR) розрахункова формула здобуває наступний вид:

$$CR = LADC \cdot UR, \quad (9.5)$$

де:

$LADC$ - середня концентрація речовини в досліджуваному об'єкті навикишнього середовища за весь період усереднення експозиції (питна вода, мг/л; повітря, мг/м³);

UR - одиничний ризик для води (ризик на 1 мг/л) або повітря (ризик на 1 мг/м³).

Визначення величин популяційних канцерогенних ризиків (PCR), що відбивають додаткове (до фонового) число випадків злоякісних новотворів, здатних виникнути протягом життя внаслідок впливу досліджуваного фактора, проводиться по формулі:

$$PCR = CR \cdot POP, \quad (9.6)$$

де: CR - індивідуальний канцерогенний ризик;

POP - чисельність досліджуваної популяції, чіл.

Індивідуальний і популяційний канцерогенні ризики характеризують верхню границю можливого канцерогенного ризику протягом періоду, що відповідає середньої тривалості життя людини (70 років).

Значення канцерогенних ризиків відбивають, головним чином, довгострокову тенденцію до зміни онкологічного фону, що формується за умови дотримання всіх прийнятих дослідником вихідних умов (наприклад, певна тривалість і інтенсивність впливу, незмінність експозиції в часі, конкретні значення факторів експозиції й ін.).

Найбільшу цінність результати характеристики канцерогенних ризиків представляють для порівняльної оцінки впливу факторів навколишнього середовища на різних територіях, у різні тимчасові періоди, до й після проведення оздоровчих заходів, для порівняння ефективності й можливого впливу на здоров'я людини різних технологічних процесів і природоохоронних заходів.

При оцінці канцерогенного ризику доцільно орієнтуватися на систему критеріїв, рекомендовану у публікаціях ВООЗ (1996, 1999, 2000 рр.) (табл. 9.1).

Таблиця 9.1 Класифікація рівнів ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя
Високий (De Manifestis) - не прийнятний для виробничих умов і населення. Необхідне здійснення заходів з усунення або зниження ризику	$> 10^{-3}$
Середній - припустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	$10^{-3} - 10^{-4}$
Низький - припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення	$10^{-4} - 10^{-6}$
Мінімальний (De Minimis) - бажана (цільова) величина ризику при проведенні оздоровчих і природоохоронних заходів	$< 10^{-6}$

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюється або шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними рівнями впливу (індекс/коефіцієнт небезпеки), або на основі параметрів залежності "концентрація - відповідь", отриманих в епідеміологічних дослідженнях.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів для окремих речовин проводиться на основі розрахунку коефіцієнта небезпеки по форму-

лі:

$$HQ = AD/RfD \text{ або } HQ = AC/RfC, \quad (9.7)$$

де

HQ - коефіцієнт небезпеки;

AD - середня доза, мг/кг;

AC - середня концентрація, мг/м³;

RfD - референтна (безпечна) доза, мг/кг;

RfC - референтна (безпечна) концентрація, мг/м³.

Коефіцієнт небезпеки розраховується роздільно для умов короткочасних (гострих) і тривалих впливів хімічних речовин. При цьому період усереднення експозицій і відповідних безпечних рівнів впливу повинен бути аналогічним.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів при комбінованому й комплексному впливі хімічних сполук проводиться на основі розрахунку індексу небезпеки (HI).

Індекс небезпеки для умов одночасного надходження декількох речовин тим самим шляхом (наприклад, інгаляційн або пероральним) розраховується по формулі:

$$HI = \sum HQ_i, \quad (9.8)$$

де

HQ_i - коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші речовин, що впливають.

При комплексному надходженні хімічної речовини в організм людини з навколишнього середовища одночасно декількома шляхами, а також при багато середовому і багато маршрутному впливі критерієм ризику є сумарний індекс небезпеки (THI), що розраховується по формулі:

$$THI = \sum HI_j, \quad (9.9)$$

де

HI_j - індекси небезпеки для окремих шляхів надходження або окремих маршрутів впливу.

Оцінка небезпеки при комплексному надходженні здійснюється без обліку коефіцієнтів поглинання речовин в органах дихання й шлунково-кишковому тракті, тобто на основі доз, що впливають, і концентрацій. Це обумовлено тим, що величини безпечних рівнів впливу хімічних речовин (Rf , Rf) завжди встановлюються як експозиційні, а не поглинені дози.

При нашкірному впливі хімічних речовин, як правило, оцінюється величина поглиненої дози. У зв'язку з відсутністю даних про безпечні рівні при нашкірному впливі для більшості пріоритетних хімічних речовин як орієнтовна міра припустимого нашкірного впливу ($RfDd$) використовується величи-

на поглиненої дози, розрахованої виходячи з референтної дози ($RfDo$) при пероральному шляху надходження:

$$RfDd = RfDo \cdot GIABS, \quad (9.10)$$

де

$GIABS$ - коефіцієнт абсорбції в шлунково-кишковому тракті.

Різними авторами не однозначно інтерпретуються рівні прийнятності специфічних ризиків. З однієї сторони ситуація при $HQ > 1$ не обов'язково з розвитком шкідливого ефекту: чим вище, що впливає доза, і чим більше вона перевершує референтну, тим вище ймовірність появи шкідливих реакцій. Інші дослідники вважають, що ризик на рівні $HQ = 1$, не може прийматися як досить прийнятний. Характеристика рівнів неканцерогенного ризику представлена в табл. 9.2.

Таблиця 9.2 - Класифікація рівнів небезпеки

Рівень небезпеки	Коефіцієнт/ індекс небезпеки, (HQ/NI)	Характеристика рівня ризику
Мінімальний	$\leq 0,1$	ризик виникнення шкідливих ефектів відсутній
Низький	0,1 - 1	ризик виникнення шкідливих ефектів є зневажливо малим
Середній	1 - 5	існує ризик розвитку шкідливих ефектів в особливо чутливих підгруп населення (неприпустимий для населення, припустимий для виробничих умов)
Високий	5 - 10	існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшості частини населення
Надзвичайно високий	≥ 10	масові скарги, виникнення хронічних захворювань

Таблиця 9.3 - Рекомендовані значення факторів експозиції

Фактор експозиції	Величина
Маса тіла, кг	
середній дорослий	60
дорослий чоловік	70
доросла жінка	58
середня величина	64
рекомендована ВООЗ	60
Площа поверхні тіла, кв.см	
дорослий чоловік	18 000
доросла жінка	16 000

Об'єм дихання, л/8 годин	
дорослий чоловік	3 600
доросла жінка	2 900
дитина (10 років)	2 300
легка/не виробнича діяльність	
дорослий чоловік	9 600
доросла жінка	9 100
дитина (10 років)	6 240
Інгаляція за добу, куб.м (8 годин відпочинку, 16 годин легкої або невиробничої діяльності)	
дорослий чоловік	23
доросла жінка	21
дитина (10 років)	15
середній дорослий	22
Швидкість інгаляції, куб.м/доба	
діти (вік 1 рік і менше)	4,5
діти (вік 1-12 років)	8,7
дорослі жінки	11,3
дорослі чоловіки	15,2
Час, що проводиться у приміщенні, год./доба	
діти 3-11 років	19 (будні дні), 17 (вихідні)
дорослі	21 (будні дні), 16,4 (вихідні)
Час, що проводиться поза приміщенням, год./доба	
діти 3-11 років	5 (будні дні), 7 (вихідні)
дорослі	1,5 (будні дні), 2 (вихідні)

Таблиця 9.4 – Референтні дози при хронічному інгаляційному впливі

CAS	Речовина	RFC, мг/м ³	Критичні органи/системи
10102-44-0	Азот діоксид	0,04	органи дихання, кров
10102-43-9	Азот оксид	0,06	органи дихання, кров
7697-37-2	Азотна кислота	0,04	органи дихання
79-06-1	Акриламід	0,0007	нервова система, ЦНС
79-10-7	Акрилова кислота	0,001	органи дихання
7429-90-5	Алюміній	0,005	ЦНС
1344-28-1	Алюміній оксид	0,005	органи дихання, маса тіла
7664-41-7	Аміак	0,1	органи дихання
62-53-3	Анілін	0,001	Селезінка, кров
	Ароматичні вуглеводні C 5-C8	0,4	ЦНС, печінка, нирки.
	Ароматичні вуглеводні C 8-C16	0,2	печінка, нирки., органи дихання (епітелій носової порожнини)
	Ароматичні вуглеводні/алкени C 9-C10	0,06	
	Ароматичні вуглеводні/алкени	0,071	

	С 11-С35		
74-86-2	Ацетилен	1,5	ЦНС, органи дихання
67-64-1	Ацетон	30,0	печінка, нирки., кров, ЦНС
7440-39-3	Барій	0,0005	репрод., серц.-суд. сист.
100-51-6	Бензиловий спирт	1	шл.-киш. тракт
8006-61-9	Бензин	0,071	ока, органи дихання, печінка, нирки., ЦНС
50-32-8	Бенз(а)пірен	1,00 Е-06	рак, ризик 1 Е-5, 1 нг/м ³ , імун., розвиток
192-97-2	Бензо[е]пірен	0,071	нирки.
191-24-2	Бензо[g,h,i]перилен	0,012	ЦНС
71-43-2	Бензол	0,03 (0,06-укр)	розвиток, кров, червоний кістковий мозок, ЦНС, імун., серц.-суд. сист., репрод.
7440-41-7	Бериллій	2,00 Е-05	органи дихання, імун. (сенсибил.)
7440-42-8	Бор	0,02	органи дихання, репрод.
10043-35-3	Борна кислота	0,02	органи дихання, репрод. (насінники)
108-86-1	Бромбензол	0,01	печінка
106-97-8	Бутан	0,62	системн., асфиксant
7440-62-2	Ванадій	7,00 Е-05	органи дихання
16785-81-2	Ванадій сульфат	7,00 Е-05	органи дихання
	Зважені речовини	0,075	органи дихання, смертн.
	Зважені частки з розмірами менш 10 мкм	0,05	органи дихання, смертн., серц.-суд. система, розвиток
	Зважені частки з розмірами менш 2,5 мкм	0,015	органи дихання, смертн.
7783-06-4	Водень сульфід	0,002 (0,001 укр)	органи дихання (запалення слизуватої носа)
7664-39-3	Водень фтористий	0,014 (0,03 укр)	кісткова система, органи дихання
7647-01-0	Водень хлорид	0,02	органи дихання
110-54-3	Гексан	0,2	ЦНС, органи дихання, нервова система
50-29-3	ДДТ	0,00175	печінка, гормон.
75-18-3	Диметилсульфид	0,029	метаплазия епітелію
1746-01-6	Діоксини (хлоровані дибензодіоксини)	4,00 Е-08	системн., розвиток, печінка, репрод., гормон., органи дихання, кров
25321-22-6	Діхлорбензол	0,2	
75-71-8	Діхлордифторметан	0,2	зниження маси тіла, розвиток, печінка
75-09-2	Діхлорметан	0,4	печінка, ЦНС, серц.-суд. система, нирки., кров (СОНb)
62-73-7	Діхлорофос	0,0005	ЦНС, біохим. (ХЕ)
120-36-5	Діхлорпроп	0,17	
1300-21-6	Діхлоретан	0,4	розвиток, печінка, нирки., ЦНС
	Деревний пил	0,05	органи дихання (по завис.

			реч)
7439-89-6	Залізо	0,6	органи дихання
1309-37-1	Залізо(III)оксид	0,04	
1347-81-0	Залізо діхлорид	0,6	органи дихання
1332-37-2	Залізо оксид	0,04	
7720-78-7	Залізо(II)сульфат	0,007	
7440-43-9	Кадмій	2,00 E-05 (0,0002 укр)	нирки., органи дихання, гормон., рак
8008 – 20-6	Керосин	0,01	печінка
7440-48-4	Кобальт та сполуки	2,00 E-05	органи дихання
14464-46-1	Кремній діоксид (більше 70% Si ₂)	0,003	органи дихання
14464-46-1	Кремній діоксид (зміст Si ₂ нижче 20%)	0,05	органи дихання (по зав. речвинам)
7439-95-4	Магній	0,1	
1309-48-4	Магній оксид	0,05	ЦНС
7439-96-5	Марганець та сполуки	5,00 E-05	ЦНС, нервова система, органи дихання
8012-95-1	Масла мінеральні нафтові	0,05	печінка, нирки., органи дихання
7440-50-8	Мідь та сполуки	2,00 E-05	органи дихання, системн.
74-82-8	Метан	50	
67-56-1	Метанол	4	розвиток
7439-98-7	Молибден	0,012	
64-18-6	Мурашина кислота	0,003	органи дихання
7440-38-2	Миш'як	3,00 E-05	розвиток (тератоген.), нервова сист., серц.-суд. сист., органи дихання, рак
7681-49-4	Натрій фторид	0,014	кісткова система, органи дихання
91-20-3	Нафталін	0,003	органи дихання
2228840	Нафта й нафтопродукти	0,071	нирки.
7440-02-0	Нікель	5,00 E-05	органи дихання, кров, імун., рак, ЦНС
1313-99-1	Нікель оксид	2,00 E-05	органи дихання, кров
98-95-3	Нітробензол	0,03	печінка, нирки., кров, ендокрин.
	Загальні вуглеводні (по C)	0,071	ока, органи дихання, печінка, нирки., ЦНС
10028-15-6	Озон	0,03	органи дихання
7440-31-5	Олово	0,02	
129-00-0	Пирен	0,1	
	Пил цементного виробництва (Si ₂ 20-70%)	0,1	органи дихання, імун. система
7439-97-6	Ртуть та сполуки	0,0003	ЦНС, гормон., нирки.
	Сажа	0,05	органи дихання; системн., зуби
7439-92-1	Свинець та його неорганічні сполуки	0,0005 (0,00015)	ЦНС, кров, розвиток, репрод. сист., гормон., нирки.
7782-49-2	Селен	8,00 E-05	органи дихання, системн.

7446-34-6	Селенів сульфід	0,003	органи дихання, системн.
7446-09-5	Сірки діоксид	0,05 (0,08 укр)	органи дихання, смертність
7664-93-9	Сірчана кислота	0,001	органи дихання
75-15-0	Сірковуглець	0,7	ЦНС, розвиток
100-42-5	Стирол	1	ЦНС, системн. (маса тіла), гормон.
96-09-3	Стиролу оксид	0,006	органи дихання
14808-79-8	Сульфати	0,025	органи дихання, серц.-суд. система
7440-36-0	Сурма	0,0004	органи дихання
7440-32-6	Титан	0,03	
13463-67-7	Титан діоксид	0,03	органи дихання
108-88-3	Толуол	0,4	ЦНС, розвиток, органи дихання
630-08-0	Вуглецю оксид	3	кров, серц.-суд. сист., розвиток, ЦНС
463-58-1	Вуглець оксид сульфід	0,3	Розвиток, серц.-суд. система
64-19-7	Оцтова кислота	0,25	
108-95-2	Фенол	0,006	серц.-суд. сист., нирки., ЦНС, печінка, органи дихання
50-00-0	Формальдегід	0,003	органи дихання, ока, імун.
75-44-5	Фосген	0,003	органи дихання
7723-14-0	Фосфор	0,00007	Репрод. сист., волосся
7664-38-2	Фосфорна кислота	0,01	органи дихання
7782-41-4	Фтор	0,034	
16984-48-8	Фториди неорганічні добре розчинні	0,013	кісткова система; органи дихання
16984-48-8	Фториди тверді	0,013	органи дихання, кісткова сист., зуби
7782-50-5	Хлор	0,0002	органи дихання
10049-04-4	Хлор діоксид	0,0002	органи дихання
108-90-7	Хлорбензол	0,06	печінка, нирки., репрод., кров
74-87-3	Хлорметан	0,09	ЦНС, нервова система, печінка, нирки., репрод.
67-66-3	Хлороформ	0,098	печінка, розвиток, нирки., ЦНС
52-68-6	Хлорофос	0,007	
7440-47-3	Хром	0,0001	органи дихання, печінка, нирки., імун., шл.-киш. тракт
16065-83-1	Хром(III)	0,005	органи дихання
18540-29-9	Хром(VI)	0,0001	органи дихання, рак
7738-94-5	Хромово кислота	1,00 E-05	органи дихання
57-12-5	Ціаніди	0,003	нервова система, гормон. (щитовидна залоза), маса тіла
110-82-7	Циклогексан	6	розвиток (зниження маси тіла немовляти)
7440-66-6	Цинк та сполуки	0,0009	органи дихання, імун., кров
1314-13-2	Цинк оксид	0,035	серц.-суд. сист., кров, органи дихання

7733-02-0	Цинк сульфат	0,0009	органи дихання, імун. кров
64-17-5	Етанол	100	ЦНС, органи дихання
74-85-1	Етилен	0,1	кров, серц.-суд. сист., імун.

Таблиця 9.5 - Фактори канцерогенного потенціалу (мг/(кг·доб.))⁻¹

CAS	Речовина	МАВ Р	ЕРА	SFO	SFI
8006-61-9	Бензин	2В	В2		0,035
50-32-8	Бенз(а)пирен	2А	В2	7,3	3,9 (3,1 укр)
71-43-2	Бензол	1	А	0,055	0,027
7440-41-7	Берилій	1	В1	4,3	8,4
1304-56-9	Берилій оксид	1	В2	7	7
13510-19-1	Берилій сульфат (1:1)	1	С		3000
15541-45-4	Бромати		В2	0,7	
50-29-3	ДДТ	2В	В2	0,34	0,34
77-78-1	Диметилсульфат	2А	В2		34
75-09-2	Діхлорметан	2В	В2	0,0075	0,0016
62-73-7	Діхлорофос	2В	В2	0,29	0,29
7440-43-9	Кадмій	1	В1	0,38	6,3
7440-48-4	Кобальт	2А	В1		9,8
7440-38-2	Миш'як	1	А	1,5	15
7440-02-0	Нікель	2В	А		0,84 9ш,91 укр)
65996-93-2	Поліциклічні органічні речовини	1		7,3	0,7
	Сажа	1			0,0155
7439-92-1	Свинець	2А	В2	0,047	0,042
301-04-2	Свинець ацетат	3		0,03	0,28
50-00-0	Формальдегід	2А	В1	-	0,046
74-87-3	Хлорметан	3	Е	0,013	0,0063
67-66-3	Хлороформ	2В	В2	0,0061	0,008
7440-47-3	Хром	3	А		42
18540-29-9	Хром (VI)	1	А	0,42	42

Розрахунок добових доз при інгаляційному впливі речовин з атмосферним повітрям проводять за даними табл. 9.6.

Таблиця 9.6 - Розрахунок добових доз при інгаляційному впливі речовин з атмосферним повітрям

$LADD(I) = [(Ca \cdot Tout \cdot Vout) + (Ch \cdot Tin \cdot Vin)] \cdot EF \cdot ED / (BW \cdot AT \cdot 365)$		
Параметр	Характеристика	Стандартне значення
I	Величина надходження, мг/(кг·день)	-
Ca	Концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м ³	-
Ch	Концентрація речовини в повітрі житла, мг/м ³	$1,0 \cdot Ca$
$Tout$	Час, проведений поза приміщеннями, година./день	8 год/доба
Tin	Час, проведений усередині приміщень, година./день	16 год/доба
$Vout$	Швидкість дихання поза приміщеннями, м ³ /година	1,4 м ³ /година
Vin	Швидкість дихання усередині приміщення, м ³ /година	0,63 м ³ /година

	м ³ /година	
<i>EF</i>	Частота впливу, днів/рік	350 днів./рік
<i>ED</i>	Тривалість впливу, років	30 років; діти: 6 років
<i>BW</i>	Маса тіла, мг/кг	70 кг; діти: 15 кг
<i>AT</i>	Період осереднення експозиції, років	30 років; діти: 6 років; канцерогени: 70 років

Як приклад у табл. 9.7 наведені результати оцінки ризику впливу чотирьох гіпотетичних речовин.

Таблиця 9.7 - Оцінка неканцерогенного ризику

Речовина	Доза, мг/кг	<i>RfD</i> , мг/кг	<i>HQ</i>	Орган
<i>A</i>	0,005	0,05	0,1	нирки.
<i>B</i>	16,0	4,0	4,0	печінка
<i>C</i>	0,12	0,4	0,3	нирки.
<i>D</i>	0,08	0,2	0,4	печінка
Сумарний ризик		<i>HI</i> загальний	4,8	
		<i>HI</i> нирки.	0,4	
		<i>HI</i> печінка	4,4	

Як видно з даної таблиці, найбільший внесок як у сумарну величину *HI*, так і в ризик впливу на печінку вносить речовина *B*. Найменш значиму роль у формуванні ризику грає речовина *A*.

При розрахунку коефіцієнтів небезпеки (*HQ*) рівні безпечного впливу повинні застосовуватися для потенційних шляхів надходження.

Якщо розрахований коефіцієнт небезпеки (*HQ*) речовини не перевищує одиницю, то ймовірність розвитку в людини шкідливих ефектів при щоденному надходженні речовини протягом життя несуттєвий і такий вплив характеризується як припустиме.

Якщо коефіцієнт небезпеки перевищує одиницю, то ймовірність виникнення шкідливих ефектів у людини зростає пропорційно збільшенню *HQ*, однак точно вказати величину цієї ймовірності неможливо.

Речовини, що забруднюють об'єкти навколишнього середовища, повинні бути проранговані за величиною коефіцієнта небезпеки для визначення найбільш пріоритетних забруднювачів.

9.4 Практичне завдання

Порядок виконання роботи

1. На основі даних додатку Б провести розрахунки ризику для здоров'я населення (формули 9.1 - 9.8).
2. Визначаємо речовини, які мають канцерогенний ефект та для цих речовин розраховуємо за формулою 9.1 інгалаційне надходження забруднюючих речовин, мг/(кг·день). (табл.9.6).
3. Визначаємо фактори канцерогенного потенціалу за даними табл. 9..5 для речовин, що мають канцерогенний ефект.

4. Визначаємо референтні дози при хронічному інгаляційному надходженні речовин за даними табл.9.4.
5. Розраховуємо коефіцієнт небезпеки одержати неракове захворювання за формулою 9.7 небезпеки з урахуванням критичних органів/систем
6. Розраховуємо сумарний індекс небезпеки за формулою 9.8 з урахуванням критичних органів/систем.
7. Проводимо рангування за величиною коефіцієнта небезпеки для визначення найбільш пріоритетних забруднювачів.

Приклад виконання роботи

В табл. 9.8 представлено розрахунок канцерогенного ризику для дітей в Донецькій області в залежності від якості атмосферного повітря.

Таблиця 9.8. – Оцінка канцерогенного ризику для дітей в Донецькій області в залежності від якості атмосферного повітря.

Донецьк	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, C_a , мг/м ³	0,009
Час, проведений поза приміщення, T_{out} , год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, V_{out} , м ³ /год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	6
Маса тіла, BW, кг	15
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000552329
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	2,54071E-05
Єнакієве	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, C_a , мг/м ³	0,007
Час, проведений поза приміщення, T_{out} , год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, V_{out} , м ³ /год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	6
Маса тіла, BW, кг	15
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000429589
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	1,97611E-05
Горлівка	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, C_a , мг/м ³	0,007

Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	6
Маса тіла, BW, кг	15
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000429589
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	1,97611E-05
Макіївка	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,005
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	6
Маса тіла, BW, кг	15
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000306849
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	1,41151E-05
Дзержинськ	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,007
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	6
Маса тіла, BW, кг	15
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000429589
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	1,97611E-05
Слов'янськ	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,011
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	6
Маса тіла, BW, кг	15
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000675068
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046

В табл. 9.9 представлено розрахунок канцерогенного ризику для дорослого населення в Донецькій області в залежності від якості атмосферного повітря.

Таблиця 9.9. – Оцінка канцерогенного ризику для дорослого населення в Донецькій області в залежності від якості атмосферного повітря.

Донецьк	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,009
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	30
Маса тіла, BW, кг	70
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000591781
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	2,72219E-05
Єнакієве	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,007
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	30
Маса тіла, BW, кг	70
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000460274
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	2,11726E-05
Горлівка	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,007
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	30
Маса тіла, BW, кг	70
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000460274

Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	2,11726E-05
Макіївка	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,005
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	30
Маса тіла, BW, кг	70
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000328767
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	1,51233E-05
Дзержинськ	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,007
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	30
Маса тіла, BW, кг	70
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000460274
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	2,11726E-05
Слов'янськ	
Показник	Формальдегід
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Ca, мг/м3	0,011
Час, проведений поза приміщення, Tout, год/добу	8
Швидкість дихання поза приміщення, Vout, м3/год	1,4
Частота впливу, EF, діб/рік	350
Строк впливу, ED, років	30
Маса тіла, BW, кг	70
Період усереднення експозиції, AT, років	70
Величина надходження, LADD, мг/(кг*добу)	0,000723288
Фактор канцерогенного потенціалу, SFI, (мг/(кг*добу))-1	0,046
Канцерогенний ризик, CR	3,32712E-05

На рис.9.1 представлено рангування постів спостереження за станом атмосферного повітря в Донецькій області за оцінкою канцерогенного ризику для здоров'я дорослого населення, а на рис. 9.2 - за оцінкою канцерогенного ризику для дітей.

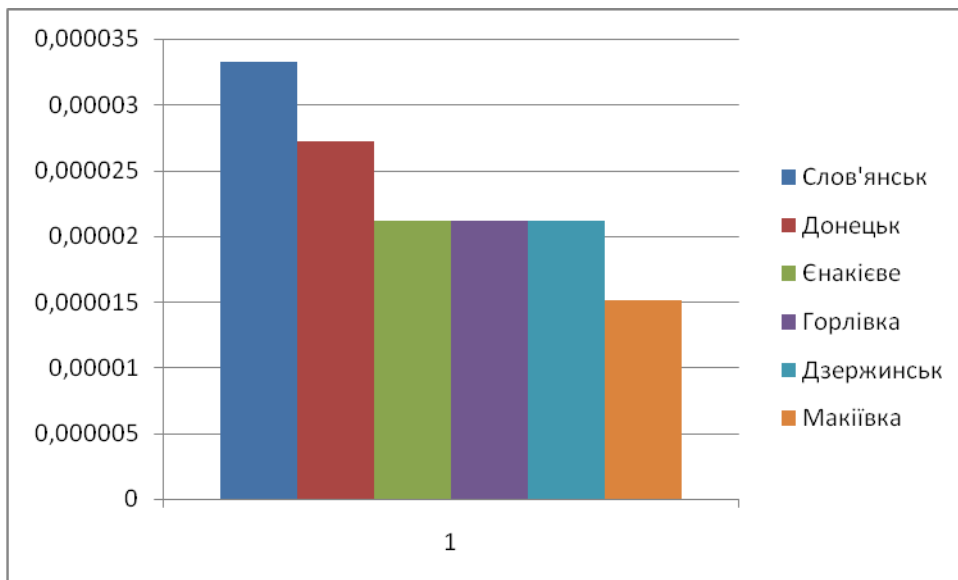


Рисунок 9.1 - Рангування постів спостереження за станом атмосферного повітря в Донецькій області за оцінкою канцерогенного ризику для здоров'я дорослого населення

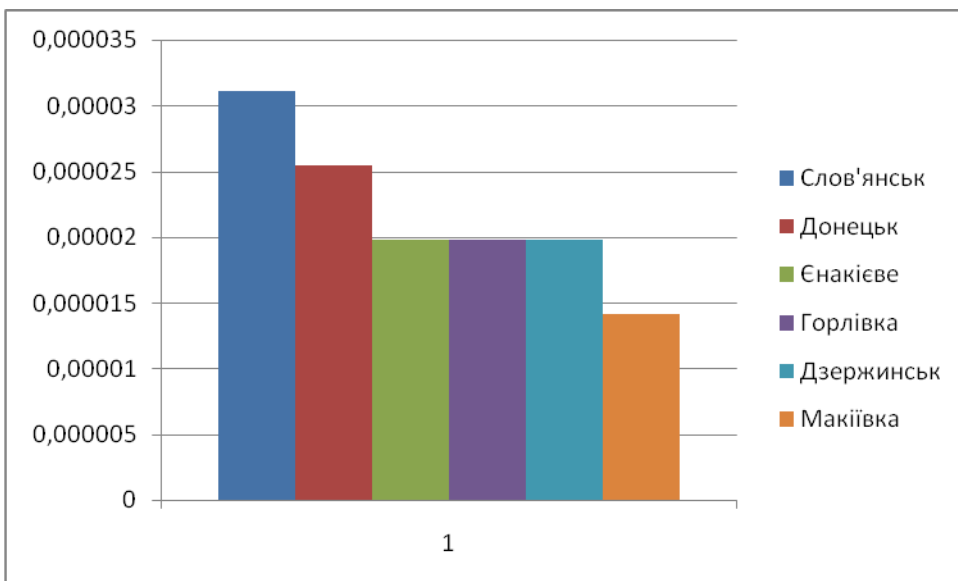


Рисунок 9.2 - Рангування постів спостереження за станом атмосферного повітря в Донецькій області за оцінкою канцерогенного ризику для здоров'я дітей.

В табл. 9.10 представлено розрахунок індексу небезпеки для дорослого населення в м. Донецьк в залежності від якості атмосферного повітря.

Таблиця 9.10. – Оцінка індексу небезпеки для дорослого населення в м. Донецьк в залежності від якості атмосферного повітря.

Показник	Діоксид азоту	Діоксид сірки	Оксид вуглецю	Пил	Фенол
Концентрація речовини у атмосферному повітрі, Са, мг/м ³	3,75	0,38	0,62	1,8	1,43
Референтна концентрація, RfC, мг/м ³	0,04	0,05	3	0,05	0,01
Коефіцієнт небезпеки, HQ	93,75	7,6	0,207	36	143
Сумарний індекс небезпеки, HI	280,56				

В табл. 9.11 представлено розрахунок індексу небезпеки для дорослого населення в м. Донецьк з урахуванням органів та систем людини, що найбільше підлягають впливу якості атмосферного повітря.

Таблиця 9.11 - Оцінка індексу небезпеки для дорослого населення в м. Слав'янськ з урахуванням органів та систем людини, що найбільше підлягають впливу якості атмосферного повітря.

Речовина	HI	Орган
Діоксид азоту	15,67	органи дихання, кров
Діоксид сірки	1,28	органи дихання, смертність
Оксид вуглецю	0,03	кров, серц.-суд. сист., розвиток, ЦНС
Пил	6,02	органи дихання
Фенол	39,92	серц.-суд. сист., нирки, ЦНС, печінка, органи дихання
Формальдегід	238,43	органи дихання, очі, імун. сист.
HI загальний	301,35	
органи дихання	301,32	
кров	15,70	
смертність	1,28	
серц.-суд. сист.	39,96	
очі	238,43	
імун. сист.	238,43	
розвиток	0,03	
ЦНС	39,96	
нирки	39,92	
печінка	39,92	

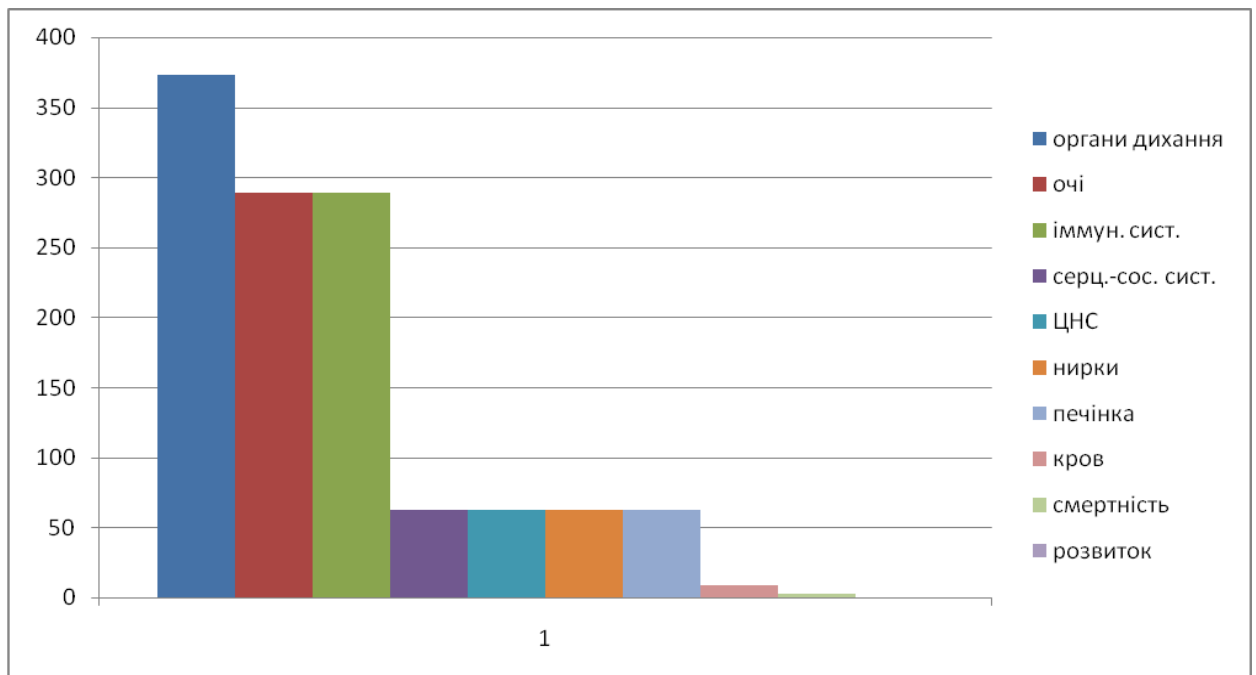


Рисунок 9.3 – Рангування за індексом небезпеки для дорослого населення в м. Слав’янськ органів та систем людини, що найбільше підлягають впливу якості атмосферного повітря.

Висновки:

Оцінка канцерогенного ризику для здоров’я як дорослого населення, так і для дітей показала, що ризик є прийнятним, і найбільше значення спостерігається в м.Слав’янську.

Оцінка індексу небезпеки як для дорослого населення, так і для дітей в м. Донецьк показала, що він є надзвичайно високим (табл. .9.2). Найбільша небезпека існує для підвищення захворюваності органів дихання.

Для зменшення рівня небезпеки підвищення захворюваності населення Донецької області необхідно впровадження природоохоронних заходів щодо зменшення забруднення атмосферного повітря викидами від промислових підприємств за рахунок реалізації передових технологій.

Питання для самоконтролю:

1. В чому полягає принципова різниця між російською методикою оцінки потенціального ризику для здоров’я населення та міжнародною практикою оцінки ризику для здоров’я населення?
2. Як визначається рівень небезпеки забруднення навколишнього природного середовища для здоров’я населення?
3. Дайте пояснення терміну «ризик для здоров’я населення».
4. Як Ви розумієте поняття «управління ризиком»?
5. Які етапи необхідно впроваджувати для мінімізації ризику для здоров’я населення.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10.

ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ПРИ СУЧАСНОМУ РІВНІ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

План

10.1. Методика оцінки ризику для здоров'я населення в залежності від якості поверхневих вод.

10.2 Практичне завдання.

10.1. Методика оцінки ризику для здоров'я населення в залежності від якості поверхневих вод

Оцінка ризику для здоров'я населення в залежності від якості поверхневих вод здійснюється також окремо для канцерогенних і не канцерогенних ефектів.

Стандартна формула розрахунку середньої добової дози й стандартні значення факторів експозиції при інгаляційному надходженні хімічних речовин, що випаровуються з питної води під час купання (плавання) у відкритій водоймі

:

$$I = (CA \cdot IR \cdot EF \cdot ET \cdot ED) / (AT) \quad (10.1)$$

де

I - інгаляційне надходження, мг/(кг·доба);

CA - концентрація речовини в повітрі, мг/м³;

C_w - концентрація речовини у воді, мг/л;

IR - швидкість інгаляції, м³/ год-кг (0,02 м³/ год-кг);

ET - час впливу, год/доб. (1 год);

EF - частота впливу, доб./рік (45 доб./рік);

ED - тривалість впливу, років (30 років; діти: 6 років);

AT - період усереднення експозиції, років (30 років; діти: 6 років; канцерогени: 70 років);

BW - маса тіла, кг (70 кг; діти: 15 кг);

t - Температура, °C (20 °C);

T - температура, °K (273 + t = 293 °K);

V_p - тиск пару, мм рт. ст.;

MW - молекулярна маса, г/моль.

Стандартна формула розрахунку середньої добової дози й стандартні значення факторів експозиції при випадковому заковтуванні поверхневої води (води водойм):

$$I = (C_w \cdot IR \cdot EF \cdot ED \cdot ET) / (AT \cdot BW \cdot 365) \quad (10.2)$$

де

I - пероральне надходження, мг/(кг·доба);

C_w - концентрація речовини у воді, мг/л;

IR - швидкість надходження, л/год (0,05 л/год);

ET - час впливу, год/доба (1 год);

EF - частота впливу, доб./рік (45 доб./рік);

ED - тривалість впливу, років (30 років; діти: 6 років);

AT - період усереднення експозиції, років (30 років; діти: 6 років; канцерогени: 70 років);

BW - маса тіла, кг (70 кг; діти: 15 кг).

Стандартна формула розрахунку середньої добової дози й стандартні значення факторів експозиції при нашкірній експозиції води відкритих водойм (поглинена доза):

$$DAD = (DAe \cdot EV \cdot ED \cdot EF \cdot SA) / (BW \cdot AT \cdot 3600 \cdot 1000) \quad (10.3)$$

де

DAD - абсорбована нашкірна доза, мг/(кг·доба);

DAe - абсорбована доза за подію, мг/см²-подія;

EV - частота подій у рік (45);

ET - час впливу, год/доба (0,58 год/доба; дитина: 1 год/доба);

SA - площа поверхні шкіри, см² (18000 см²; діти: 6600 см²);

EF - частота впливу, доб./рік (45 доб./рік);

ED - тривалість впливу, років (30 років; діти: 6 років);

AT - період усереднення експозиції, років (30 років; діти: 6 років; канцерогени: 70 років);

BW - маса тіла, кг (70 кг; діти: 15 кг).

Таблиця 10.1 - Фактори канцерогенного потенціалу (мг/(кг·доб.))⁻¹

CAS	Речовина	МАІР	ЕРА	SFO	SFI
8006-61-9	Бензин	2В	В2		0,035
50-32-8	Бензо(а)пирен	2А	В2	7,3	3,9
71-43-2	Бензол	1	А	0,055	0,027
7440-41-7	Беріллий	1	В1	4,3	8,4
1304-56-9	Беріллий оксид	1	В2	7	7
15541-45-4	Бромати		В2	0,7	
50-29-3	ДДТ	2В	В2	0,34	0,34
77-78-1	Діметилсульфат	2А	В2		34
75-09-2	Діхлорметан	2В	В2	0,0075	0,0016
62-73-7	Діхлорофос	2В	В2	0,29	0,29
7440-43-9	Кадмій	1	В1	0,38	6,3
7440-48-4	Кобальт	2А	В1		9,8
7440-38-2	Миш'як	1	А	1,5	15
7440-02-0	Нікель	2В	А		0,84
65996-93-2	Поліциклічні органічні речовини	1		7,3	0,7

	Сажа	1			0,0155
7439-92-1	Свинець	2A	B2	0,047	0,042
301-04-2	Свинець ацетат	3		0,03	0,28
50-00-0	Формальдегід	2A	B1	-	0,046
74-87-3	Хлорметан	3	E	0,013	0,0063
67-66-3	Хлороформ	2B	B2	0,0061	0,008
7440-47-3	Хром	3	A		42
18540-29-9	Хром (VI)	1	A	0,42	42

Таблиця 10.2 – Референтні дози при хронічному пероральному надходженні

CAS	Речовина	RfD, мг/кг	Органи, що вражаються, і системи
10102-44-0	Азот диоксид	1	
10102-43-9	Азот оксид	0,1	
7429-90-5	Алюміній	1	ЦНС
1344-28-1	Алюміній оксид	1	шл.-киш. тракт, ЦНС, маса тіла, вміст Al у крові
7664-41-7	Аміак	0,98	
6484-52-2	Амоній нітрат	1,6	кров
7440-39-3	Барій	0,07	нирки, серц.-суд. сист.
50-32-8	Бенз(а)пирен	0,0005	рак, розвиток
192-97-2	Бензо[е]пирен	0,03	нирки
7440-42-8	Бор	0,2	репрод. (насінники), шл.-киш. тракт, розвиток (ембріотокс.)
7726-95-6	Бром	1	
7440-62-2	Ванадій	0,007	волосся (зниження вмісту цистина), печінка, нирки, шл.-киш. тракт
50-29-3	ДДТ	0,0005	печінка, гормон.
75-18-3	Диметилсульфід	0,029	
25321-22-6	Діхлорбензол	0,09	нирки
25167-81-1	Діхлорфенол	0,001	
7439-89-6	Залізо	0,3	слизуваті, шкіра, кров, імун.
1309-37-1	Залізо(III)оксид	0,3	слизуваті, шкіра, кров, імун.
1347-81-0	Залізо діхлорид	0,3	слизуваті, шкіра, кров, імун.
7440-43-9	Кадмій	0,0005	нирки, гормон.
7440-70-2	Кальцій	41,4	нирки, біохим. (алкалоз, гіперкальцинемія)
7440-48-4	Кобальт	0,02	кров
1330-20-7	Ксилол	0,2	маса тіла, ЦНС, печінка, кров, смертність, нирки
7439-95-4	Магній	11	
7439-96-5	Марганець	0,14	ЦНС, кров
1313-13-9	Марганець діоксид	0,14	
	Марганець хлорид	0,14	
1344-43-0	Марганець(II)оксид	14	
8012-95-1	Масла мінеральні нафтові	4,35	

107-92-6	Масляна кислота	2,5	системн.
7440-50-8	Мідь	0,019	шл.-киш. тракт, печінка
1317-39-1	Мідь(І)оксид	0,019	шл.-киш. тракт, печінка
1317-38-0	Мідь оксид	0,019	шл.-киш. тракт, печінка (0,037 HEAST)
7758-98-7	Мідь сульфат	0,019	шл.-киш. тракт, печінка
67-56-1	Метанол	0,5	ЦНС, біохім.
7439-98-7	Молібден	0,005	нирки
64-18-6	Мурашина кислота	2	
7440-38-2	Миш'як	0,0003	шкіра, ЦНС, нервова сист., серд.-сос. сист., імун., гормон. (діабет), шл.-киш. тракт
7440-23-5	Натрій	34,3	серд.-сос. сист.
91-20-3	Нафталін	0,02	системн.
	Нафта й нафтопродукти	0,03	нирки
7440-02-0	Нікель	0,02	печінка, серд.-сос. сист., шл.-киш. тракт, кров, маса тіла
7440-02-0	Нікель, розчинні солі	0,02	системн. (маса тіла й органів)
14797-55-8	Нітрати	1,6	кров (MetHb), серд.-сос. система
14797-65-0	Нітрити	0,1	кров (MetHb)
	Загальні вуглеводні (по С)	0,2	системн. (маса тіла)
7440-31-5	Олово	0,6	печінка, нирки, шл.-киш. тракт
7439-97-6	Ртуть	0,0003	імун., нирки, ЦНС, репрод., гормон.
1344-48-5	Ртуть сульфід	0,0003	
22967-92-6	Ртуть(1+) мітив-іон	0,0001	ЦНС, розвиток
7487-94-7	Ртуть(ІІ)хлорид	0,0003	імун. (ацтоімунний ефект)
	Ртуть, органічні сполуки, алкіли	0,0001	
7439-92-1	Свинець	0,0035	ЦНС, нервова сист., кров, біохім., розвиток, репрод. сист., гормон.
7782-49-2	Селенів	0,005	шкіра, печінка, волосся, селезін.
7446-34-6	Селенів сульфід	0,005	шкіра, печінка, волосся, селезін.
7783-00-8	Селенова кислота	0,005	селезін.
75-15-0	Сірковуглець	0,1	розвиток (плід, каліцтва)
100-42-5	Стирол	0,2	кров, печінка, ЦНС, гормон.
7440-24-6	Стронцій	0,6	кісткова сист.
108-88-3	Толуол	0,2	ЦНС, печінка, нирки
64-19-7	Оцтова кислота	14,3	системн.
108-95-2	Фенол	0,3	розвиток, нирки, ЦНС, шл.-киш. тракт
50-00-0	Формальдегід	0,2	шл.-киш. тракт, ЦНС, печінка, нирки
7723-14-0	Фосфор загальний	11	
7782-41-4	Фтор	0,06	зуби, кісткова сист.
16984-48-8	Фториди неорганічні добре розчинні	0,06	зуби, кісткова сист.
16984-48-8	Фториди тверді	0,06	зуби, кісткова сист.
	Фтористі з'єднання, погано розчинні у воді	0,06	зуби, кісткова сист.

7782-50-5	Хлор	0,1	слизуваті, імун. сист.
10049-04-4	Хлор діоксид	0,03	розвиток, ЦНС
7440-47-3	Хром	0,005	печінка, нирки, шл.-киш. тракт, слизуваті
16065-83-1	Хром(III)	1,5	
18540-29-9	Хром(VI)	0,003	
57-12-5	Ціаніди	0,02	нервова сист., гормон.
7440-66-6	Цинк	0,3	кров, біохім. (супероксид-дисмутаза)
1314-13-2	Цинк оксид	0,3	кров, біохім. (супероксид-дисмутаза)
64-17-5	Етанол	54	
100-41-4	Етилбензол	0,1	печінка, нирки

Для оцінки коефіцієнту та індексу небезпеки за формулами (9.7-9.8) відповідно до міжнародної методики оцінки ризику для здоров'я населення визначається кратність перевищення середньої довічної щоденної дози (LADI або I) до граничної дози речовини забруднювача, що викликає неракове захворювання. Але в методичних рекомендаціях для розрахунку коефіцієнта небезпеки (HQ) в додатках представлені референтні концентрації для хронічного інгаляційного впливу і критичні органи та системи, на які впливає окрема забруднююча речовина. Нажаль, для багатьох речовин, що забруднюють атмосферне повітря, поверхневі води і ґрунти в методичних рекомендаціях відсутні як референтні концентрації так і референтні дози. Тому з метою адаптації американської методики оцінки неканцерогенного ризику для здоров'я населення пропонуємо в тих випадках, коли відсутня інформація щодо референтної (безпечної) дози (RfD) або референтні концентрації (RfC) застосовувати наступну формулу:

$$HQ = \frac{C_i}{C_{гдк}}, \quad (10.4)$$

де

C_i - середня концентрація і-ої забруднюючої речовини, мг/м³;

$C_{гдк}$ – гранично – допустима концентрація і-ої забруднюючої речовини, мг/м³;

Розрахунок індексів небезпеки проводять з урахуванням критичних органів та систем, які зазнають негативного впливу досліджуваних речовин.

При застосуванні формули (10.4) постає питання які критичні органи та системи піддаються впливу забруднюючих речовин для їх відсутня інформація щодо референтної (безпечної) дози (RfD) або референтні концентрації (RfC). Аналіз літературних джерел дозволив запропонувати використання таблиці Г.1 (додаток Г) при визначенні небезпеки підвищення захворюваності населення по хворобам органів та систем людини.

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з варіантом, наведеним у Додатку А.
2. Провести розрахунки ризику для здоров'я населення за методикою EPA US (формули 9.4 -9.9, 10.1 - 10.4).
3. Розраховуємо за формулою (10.1) інгаляційне надходження хімічних речовин, що випаровуються з питної води під час купання (плавання) у відкритій водоймі для дітей та дорослого населення.
4. Розраховуємо за формулою (10.2) пероральне надходження забруднюючих речовин для дітей та дорослого населення.
5. Розраховуємо за формулою (10.3) поглинену дозу при наскірній експозиції води відкритих водойм для дітей та дорослого населення.
6. Визначаємо фактори канцерогенного потенціалу за даними табл. 10.1 для речовин, що мають канцерогенний ефект.
7. Визначаємо референтні дози при хронічному пероральному надходженні речовин за даними табл. 10.2.
8. Розраховуємо індивідуальний канцерогенний ризик за формулою 9.4.
9. Розраховуємо коефіцієнти та індекс небезпеки одержати неракове захворювання за формулами (9.8 – 9.7) з урахуванням того, що якщо в табл.10.2 відсутні дані щодо референтних доз, то замість них приймаються ГДК комун.-побутового водокористування (табл. 1.1).
10. Розраховуємо сумарний індекс небезпеки та з урахуванням критичних органів/систем за формулою (9.9) для дітей та дорослого населення.
- 11.Проводимо рангування за величиною коефіцієнта небезпеки для визначення найбільш пріоритетних забруднювачів.

Приклад виконання роботи

В табл. 10.3 представлено розрахунок індексу небезпеки для дорослого населення, а в табл.10.4 – для дітей при інгаляційному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка.

Таблиця 10.3 - Індексу небезпеки для дорослого населення при інгаляційному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка

Назва показника	Магній, мг/дм ³	Кальцій, мг/дм ³	Залізо загальне, мг/дм ³	Мідь, мг/дм ³	Марганець, мг/дм ³	Цинк, мг/дм ³	Хром загальний, мг/дм ³	Хром ІІІ, мг/дм ³	Хром VI, мг/дм ³	Кобальт, мг/дм ³
Концентрація речовини у воді, С _в , мг/дм ³	105,91	253,90	0,250	0,00	0,03	0,02	0,01	0,003	0,01	0,01
Швидість інгаляції, І _в , м ³ /год-кг	0,02	0,02	0,020	0,02	0,02	0,02	0,02	0,020	0,02	0,02
Час впливу, Е _т , год/добу	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00
Частота впливу, Е _ф , діб/рік	90,00	90,00	90,000	90,00	90,00	90,00	90,00	90,000	90,00	90,00
Строк впливу, Е _д , років	30,00	30,00	30,000	30,00	30,00	30,00	30,00	30,000	30,00	30,00
Період усереднення експозиції, А _т , років	30,00	30,00	30,000	30,00	30,00	30,00	30,00	30,000	30,00	30,00
Маса тіла, В _т , кг	70,00	70,00	70,000	70,00	70,00	70,00	70,00	70,000	70,00	70,00
Температура, Т, К	293,00	293,00	293,000	293,0	293,00	293,	293,00	293,000	293,00	293,00
Тиск пари, V _р , мм.рт.ст	23,77	23,77	23,770	23,77	23,77	23,7	23,77	23,770	23,7	23,77
Молекулярна маса, М _т , г/моль	24,30	40,00	55,800	63,50	54,90	65,4	52,00	152,000	100,00	59,00
Концентрація речовини в повітрі, С _а , мг/м ³	3,35	13,21	0,018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001	0,00	0,00
Інгаляційне надихнення, І, мг/(м ³ *д	0,09	0,34	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

обу)										
Референ- тні кон- центрації, Rf, мг/м3	0,10	180,00	0,600	0,00	0,00	0,00	0,00	0,005	0,00	0,00
Коефіці- єнт небе- зпеки HQ	0,86	1,41	0,001	0,46	1,04	0,05	0,15	0,003	0,20	1,44
Сумарний індекс небезпеки HI - 5,62										

Таблиця 10.4 - Індексу небезпеки для дітей при інгаляційному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дро-нівка

Назва показ- ника	Магній, мг/дм3	Каль- цій, мг/дм 3	Залізо зага- льне, мг/дм 3	Мідь, мг/дм 3	Марга- нець, мг/дм 3	Цинк, мг/дм 3	Хром зага- льний , мг/дм 3	Хром III, мг/дм 3	Хро- м VI, мг/д м3	Ко- бальт, мг/дм 3
Концентрація речовини у воді, Cw, мг/дм3	105,91	253,90	0,25	0,004	0,03	0,02	0,01	0,003	0,01	0,01
Швидість інгаляції, IR, м3/год-кг	0,02	0,02	0,02	0,020	0,02	0,02	0,02	0,020	0,02	0,02
Час впливу, ET, год/добу	1,00	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00
Частота впливу, EF, діб/рік	90,00	90,00	90,0 0	90,000	90,00	90,0 0	90,0 0	90,000	90,0 0	90,00
Строк впли- ву, ED, років	6,00	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00
Період усе- реднення ек- спозиції, AT, років	6,00	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00
Маса тіла, BW, кг	15,00	15,00	15,0 0	15,000	15,00	15,0 0	15,0 0	15,000	15,0 0	15,00
Температура, T, К	293,00	293,00	293, 00	293,00 0	293,00	293, 00	293, 00	293,00 0	293, 00	293,00
Тиск пару, Vp, мм.рт.ст	23,77	23,77	23,7 7	23,770	23,77	23,7 7	23,7 7	23,770	23,7 7	23,77
Молекулярна маса, MW, г/моль	24,30	40,00	55,8 0	63,500	54,90	65,4 0	52,0 0	152,00 0	100, 00	59,00
Концентрація речовини в повітрі, CA, мг/м3	3,35	13,21	0,02	0,000	0,00	0,00	0,00	0,001	0,00	0,00
Інгаляційне	0,40	1,59	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

надходження, I, мг/(м ³ *добу)										
Референтні концентрації, Rf, мг/м ³	0,10	180,0 0	0,60	0,000	0,00	0,00	0,00	0,005	0,00	0,00
Коефіцієнт небезпеки HQ	4,02	1,41	0,00	2,124	4,87	0,23	0,72	0,014	0,94	6,71
Сумарний індекс небезпеки HI - 21,03										

В табл. 10.5 представлено розрахунок індексу небезпеки для дорослого населення, а в табл. 10.6 – для дітей при пероральному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка.

В табл. 10.7 представлено розрахунок індексу небезпеки для дорослого населення, а в табл. 10.8 – для дітей при нашкольному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка.

В табл. 10.9 і на рис. 10.1 представлено індексу небезпеки отримати захворювання для дорослого населення, а в табл. 10.10 і на рис. 10.2 – для дітей при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка.

Таблиця 10.5 - Індекс небезпеки для дорослого населення при пероральному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка

Назва показника	БСК5, мгО2/дм3	ХСК, мгО2/дм3	Хлориди, мг/дм3	Сульфати, мг/дм3	Магній, мг/дм3	Кальцій, мг/дм3	Азотамонійний, мгN/дм3	Азотнітритний, мгN/дм3	Азотнітратний, мгN/дм3	Фосфати, мг/дм3	Залізо загальне, мг/дм3	Мідь, мг/дм3	Марганець, мг/дм3	Цинк, мг/дм3	Хром загальний, мг/дм3	Нафтопродукти, мг/дм3	СПАР, мг/дм3	Хром III, мг/дм3	Хром VI, мг/дм3	Кобальт, мг/дм3	Нітрити, мг/дм3	Нітрати, мг/дм3	Амоній, мг/дм3
Концентрація речовин в воді, Сw, мг/дм3	4,29	20,04	480,3	894,5	105,9	253,	0,45	0,12	2,74	2,22	0,250	0,004	0,02	0,01	0,00	0,075	0,05	0,003	0,006	0,01	0,40	14,3	0,58
Швидкість надходження, IR, дм3/год	0,05	0,05	0,05	0,05	0,050	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,050	0,050	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,050	0,05	0,05	0,05	0,05
Час впливу, ET, год/доб.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000	1,000	1	1	1,00	1,00	1,00	1	1,000	1,00	1,00	1,00	1
Частота впливу, EF, діб/рік.	90,0	90,00	90,00	90,00	90,00	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,00	90,00	90	90	90,0	90,0	90,0	90	90,00	90,0	90,0	90,0	90
Срок впливу, ED, років.	30,0	30,00	30,00	30,00	30,00	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,00	30,00	30	30	30,0	30,0	30,0	30	30,00	30,0	30,0	30,0	30
Період усередненої експозиції, AT,	30,0	30,00	30,00	30,00	30,00	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,00	30,00	30	30	30,0	30,0	30,0	30	30,00	30,0	30,0	30,0	30

років.																							
Маса тіла, BW, кг.	70,00	70,00	70,00	70,00	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70,000	70	70	70,000	70,000	70,000	70	70,000	70,000	70,000	70,000	70
Пероральне надходження, I, мг/(кг*добу).	0,00	0,00	0,08	0,16	0,019	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	5E-06	3E-06	0,00	0,00	0,00	5E-07	0,000	0,00	0,00	0,003	0,0001
Референтні дози, Rf, мг/кг	3,00	30,00	350,0	500,0	11,00	41,4	2,00	1,00	10,2	3,50	0,300	0,019	0,14	0,3	0,005	0,03	0,50	1,5	0,003	0,02	0,10	1,60	1,6
Коефіцієнт небезпеки HQ	1,43	0,67	1,37	1,79	0,002	0,001	0,23	0,12	0,27	0,64	0,0001	0,00004	4E-05	1E-05	0,0003	0,0004	0,09	3E-07	0,0004	0,0001	0,001	0,002	6,4E-05
Сумарний індекс небезпеки HI - 6,61																							

Таблиця 10.6 - Індекс небезпеки для дітей при пероральному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка

Назва показника	БСК 5, мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО ₂ /дм ³	Хлориди, мг/дм ³	Сульфати, мг/дм ³	Магній, мг/дм ³	Кальцій, мг/дм ³	Азотамонійний, мгN/дм ³	Азотнітритний, мгN/дм ³	Азотнітратний, мгN/дм ³	Фосфати, мг/дм ³	Залізо загальне, мг/дм ³	Мідь, мг/дм ³	Марганець, мг/дм ³	Цинк, мг/дм ³	Хром загальний, мг/дм ³	Нафтопродукти, мг/дм ³	СПАР, мг/дм ³	Хром ІІІ, мг/дм ³	Хром VI, мг/дм ³	Кобальт, мг/дм ³	Нітрити, мг/дм ³	Нітрати, мг/дм ³	Амоній, мг/дм ³
Концентрація речовин в воді, С _в , мг/дм ³	4,29	20,04	480,3	894,5	105,	253,	0,45	0,12	2,74	2,22	0,25	0,004	0,02	0,01	0,009	0,07	0,05	0,002	0,006	0,014	0,40	14,3	0,58
Швид-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,050	0,05	0,05	0,050	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

кiсть надхо- дження, IR, дмЗ/год																							
Час впливу, ЕТ, год/доб.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000	1,00	1,00	1,00
Частота впливу, ЕФ, дiб/рiк.	90,0	90,00	90,00	90,00	90,0	90,0	90,00	90,0	90,00	90,0	90,0	90,00	90,0	90,0	90,00	90,0	90,0	90,0	90,0	90,00	90,0	90,0	90,0
Срок вливу, ЕД, рокiв.	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00	6,00
Перiод усеред- неної експо- зиції, АТ, рокiв.	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00	6,00	6,00	6,000	6,00	6,00	6,00
Маса тіла, BW, кг.	15,0	15,00	15,00	15,00	15,0	15,0	15,00	15,0	15,00	15,0	15,0	15,00	15,0	15,0	15,00	15,0	15,0	15,0	15,0	15,00	15,0	15,0	15,0
Перора- льне надхо- дження, I, мг/(кг*д обу).	0,00	0,02	0,39	0,74	0,09	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00 002	0,000	0,00	0,00	0,00 000 2	0,00	0,000	0,00	0,01	0,00 05
Рефере- нтні дози, Rf, мг/кг	3,00	30,00	350,0	500,0	11,0	41,4	2,00	1,00	10,20	3,50	0,30	0,019	0,14	0,30	0,005	0,03	0,50	1,50	0,00 3	0,020	0,10	1,60	1,60
Коефі- цієнт небез- пеки HQ	1,43	0,67	1,37	1,79	0,01	0,01	0,23	0,12	0,27	0,64	0,00	0,000 2	0,00 02	0,00 005	0,001	0,00 2	0,09	0,00 000 2	0,00 2	0,000 6	0,00 3	0,01	0,00 03

Таблиця 10.7- Індексу безпеки для дорослого населення при наскірному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка

Назва показника	Магній, мг/дм3	Кальцій, мг/дм3	Залізо загальне, мг/дм3	Мідь, мг/дм3	Марганець, мг/дм3	Цинк, мг/дм3	Хром загальний, мг/дм3	Нафтоп- продукти, мг/дм3	Хром III, мг/дм3	Хром VI, мг/дм3	Кобальт, мг/дм3	Нітрити, мг/дм3	Нітрати, мг/дм3	Амоній, мг/дм3
Концентрація речовини, Дає, мг/дм3	105,91	253,90	0,250	0,0043	0,0284	0,0199	0,009	0,076	0,0028571	0,006	0,015	0,40	14,30	0,581
Частота подій на рік, EV	90,00	90,00	90,000	90,0000	90,0000	90,0000	90,000	90,000	90	90,000	90,000	90,00	90,00	90,000
Час впливу, ET, год/добу	0,58	0,58	0,580	0,5800	0,5800	0,5800	0,580	0,580	0,58	0,580	0,580	0,58	0,58	0,580
Площа поверхні тіла, SA, дм2	180,00	180,00	180,000	180,0000	180,0000	180,0000	180,000	180,000	180	180,000	180,000	180,00	180,00	180,000
Частота впливу, EF, діб/рік	90,00	90,00	90,000	90,0000	90,0000	90,0000	90,000	90,000	90	90,000	90,000	90,00	90,00	90,000
Строк впливу, ED, роки	30,00	30,00	30,000	30,0000	30,0000	30,0000	30,000	30,000	30	30,000	30,000	30,00	30,00	30,000
Період усереднення експозиції, AT, роки	30,00	30,00	30,000	30,0000	30,0000	30,0000	30,000	30,000	30	30,000	30,000	30,00	30,00	30,000
Маса тіла, BW, кг	70,00	70,00	70,000	70,0000	70,0000	70,0000	70,000	70,000	70	70,000	70,000	70,00	70,00	70,000
Абсорбційна наскірна доза, DAD, мг/(кг*добу)	0,36	0,85	0,001	0,0000	0,0001	0,0001	0,000	0,000	9,588E-06	0,000	0,000	0,00	0,05	0,002
Референтні дози, Rf, мг/кг	11,00	41,40	0,300	0,0190	0,1400	0,3000	0,005	0,030	1,5	0,003	0,020	0,10	1,60	1,600
Коефіцієнт безпеки HQ	0,03	0,02	0,003	0,0008	0,0007	0,0002	0,006	0,008	6,392E-06	0,007	0,002	0,01	0,03	0,001
Сумарний індекс безпеки HI - 0,13														

Таблиця 10.8- Індексу небезпеки для дітей при нашкірному надходженні забруднюючих речовин при рекреацій-
ному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка

Назва показника	Магній, мг/дм3	Кальцій, мг/дм3	Залізо загальне, мг/дм3	Мідь, мг/дм3	Марганець, мг/дм3	Цинк, мг/дм3	Хром загальний, мг/дм3	Нафтоп- родукти, мг/дм3	Хром III, мг/дм3	Хром VI, мг/дм3	Кобальт, мг/дм3	Нітрити, мг/дм3	Нітрати, мг/дм3	Амоній, мг/дм3
Концентрація речовини, Дае, мг/дм3	105,91	253,90	0,25	0,004	0,028	0,0199	0,01	0,08	0,0029	0,01	0,015	0,40	14,30	0,581
Частота подій на рік, EV	90,00	90,00	90,00	90,000	90,000	90,0000	90,00	90,00	90	90,00	90,000	90,00	90,00	90,000
Час впливу, ET, год/добу	1,00	1,00	1,00	1,000	1,000	1,0000	1,00	1,00	1	1,00	1,000	1,00	1,00	1,000
Площа поверхні тіла, SA, дм2	66,00	66,00	66,00	66,000	66,000	66,0000	66,00	66,00	66	66,00	66,000	66,00	66,00	66,000
Частота впливу, EF, діб/рік	90,00	90,00	90,00	90,000	90,000	90,0000	90,00	90,00	90	90,00	90,000	90,00	90,00	90,000
Строк впливу, ED, роки	6,00	6,00	6,00	6,000	6,000	6,0000	6,00	6,00	6	6,00	6,000	6,00	6,00	6,000
Період усереднення експо- зиції, AT, роки	6,00	6,00	6,00	6,000	6,000	6,0000	6,00	6,00	6	6,00	6,000	6,00	6,00	6,000
Маса тіла, BW, кг	15,00	15,00	15,00	15,000	15,000	15,0000	15,00	15,00	15	15,00	15,000	15,00	15,00	15,000
Абсорбційна нашкірна доза, DAD, мг/(кг*добу)	1,05	2,51	0,00	0,000	0,000	0,0002	0,00	0,00	3E-05	0,00	0,000	0,00	0,14	0,006
Референтні дози, Rf, мг/кг	11,00	41,40	0,30	0,019	0,140	0,3000	0,01	0,03	1,5	0,00	0,020	0,10	1,60	1,600
Коефіцієнт небезпеки HQ	0,10	0,06	0,01	0,002	0,002	0,0007	0,02	0,03	2E-05	0,02	0,007	0,04	0,09	0,004
Сумарний індекс небезпеки HI - 0,37														

Таблиця 10.9 - Індекс небезпеки отримати захворювання для дорослого населення при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка.

Речовина	НІ	Орган
БСК5, мгО2/дм3	1,430	ендокринна система, органи травлення
ХСК, мгО2/дм3	0,668	ендокринна система, органи травлення
Хлориди, мг/дм3	1,372	ЦНС, печінка, шлунок, нирки
Сульфати, мг/дм3	1,789	кров, ендокринна система, костна система, генеративні функції
Магній, мг/дм3	0,895	ендокринна система, органи травлення
Кальцій, мг/дм3	1,432	нирки, біохим.
Азот амонійний, мгN/дм3	0,226	анемія, різні дерматити
Азот нітритний, мгN/дм3	0,122	кров
Азот нітратний, мгN/дм3	0,268	кров, серц.-суд. система
Фосфати, мг/дм3	0,635	костна система
Залізо загальне, мг/дм3	0,004	слизуваті, шкіра, кров, імун.
Мідь, мг/дм3	0,456	шл.-киш. тракт, печінка
Марганець, мг/дм3	1,045	ЦНС, кров
Цинк, мг/дм3	0,049	кров, ендокринна система
Хром загальний, мг/дм3	0,160	печінка, нирки, шл.-киш. тракт, слизуваті
Нафтопродукти, мг/дм3	0,009	нирки
СПАР, мг/дм3	0,090	нирки
Хром III, мг/дм3	0,003	печінка, нирки, шл.-киш. тракт, слизуваті
Хром VI, мг/дм3	0,208	печінка, нирки, шл.-киш. тракт, слизуваті
Кобальт, мг/дм3	1,441	органи дихання
Нітриди, мг/дм3	0,014	кров
Нітрати, мг/дм3	0,032	кров, серд.-суд. система
Амоній, мг/дм3	0,001	кров
Діоксид азоту		органи дихання, кров
Діоксид сірки		органи дихання, смертність
Оксид вуглецю		кров, серд.-суд.сист., розвиток, ЦНС
Пил		органи дихання
Фенол		серд.-суд. сист., нирки, ЦНС, печінка, органи дихання
Формальдегід		органи дихання, очі, імун.
НІ загальний	12,34	
печінка	2,19	
нирки	3,18	
шл.-киш. тракт	0,82	
слизуваті	1,20	

ендокринна система	4,83	
органи травлення	2,99	
кров	3,32	
костна система	2,42	
генеративні функції	1,78	
ЦНС	2,41	
шлунок	1,37	
біохим	1,43	
анемія	0,22	
різні дерматити	0,22	
серц.-суд. система	0,29	
імун	0,003	
шкіра	0,003	
органи дихання	1,44	

Таблиця 10.9 - Індекс небезпеки отримати захворювання для дітей при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка

Речовина	НІ	Орган
БСК5, мгО2/дм3	1,43	ендокринна система, органи травлення
ХСК, мгО2/дм3	0,67	ендокринна система, органи травлення
Хлориди, мг/дм3	1,37	ЦНС, печінка, шлунок, нирки
Сульфати, мг/дм3	1,79	кров, ендокринна система, костна система, генеративні функції
Магній, мг/дм3	4,12	ендокринна система, органи травлення
Кальцій, мг/дм3	1,48	нирки, біохим.
Азот амонійний, мгN/дм3	0,23	анемія, різні дерматити
Азот нітритний, мгN/дм3	0,12	кров
Азот нітратний, мгN/дм3	0,27	кров, серц.-суд. система
Фосфати, мг/дм3	0,64	костна система
Залізо загальне, мг/дм3	0,01	слизуваті, шкіра, кров, імун.
Мідь, мг/дм3	2,13	шл.-киш. тракт, печінка
Марганець, мг/дм3	4,88	ЦНС, кров
Цинк, мг/дм3	0,23	кров, ендокринна система
Хром загальний, мг/дм3	0,74	печінка, нирки, шл.-киш. тракт, слизуваті
Нафтопродукти, мг/дм3	0,03	нирки
СПАР, мг/дм3	0,09	нирки
Хром III, мг/дм3	0,01	печінка, нирки, шл.-киш. тракт, слизуваті
Хром VI, мг/дм3	0,96	печінка, нирки, шл.-киш. тракт, слизуваті
Кобальт, мг/дм3	6,72	органи дихання
Нітроти, мг/дм3	0,04	кров
Нітрати, мг/дм3	0,10	кров, серд.-сос. система
Амоній, мг/дм3	0,00	кров
Діоксид азоту		органи дихання, кров

Діоксид сірки		органи дихання, смертність
Оксид вуглецю		кров, серц.-суд. сист., розвиток, ЦНС
Пил		органи дихання
Фенол		серц.-суд. сист., нирки, ЦНС, печінка, органи дихання
Формальдегід		органи дихання, очі, імун.
НІ загальний	28,04	
печінка	5,21	
нирки	4,59	
шл.-киш. тракт	3,84	
слизуваті	5,56	
ендокринна система	8,23	
органи травлення	6,22	
кров	7,44	
костна система	2,42	
генеративні функції	1,79	
ЦНС	6,25	
шлунок	1,37	
біохим	1,48	
анемія	0,23	
різні дерматити	0,23	
серц.-суд. система	0,36	
імун	0,01	
шкіра	0,01	
органи дихання	6,72	

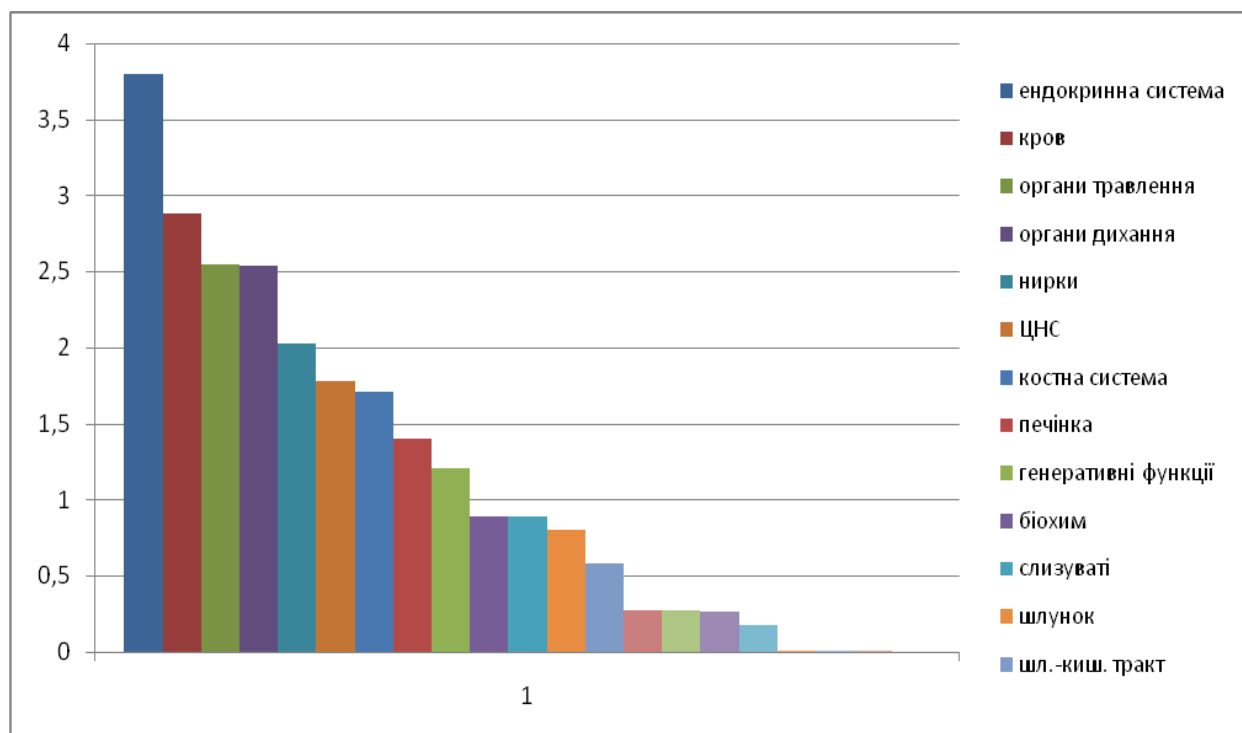


Рисунок 10.1 – Рангування індекса небезпеки отримати захворювання для дорослого населення при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка.

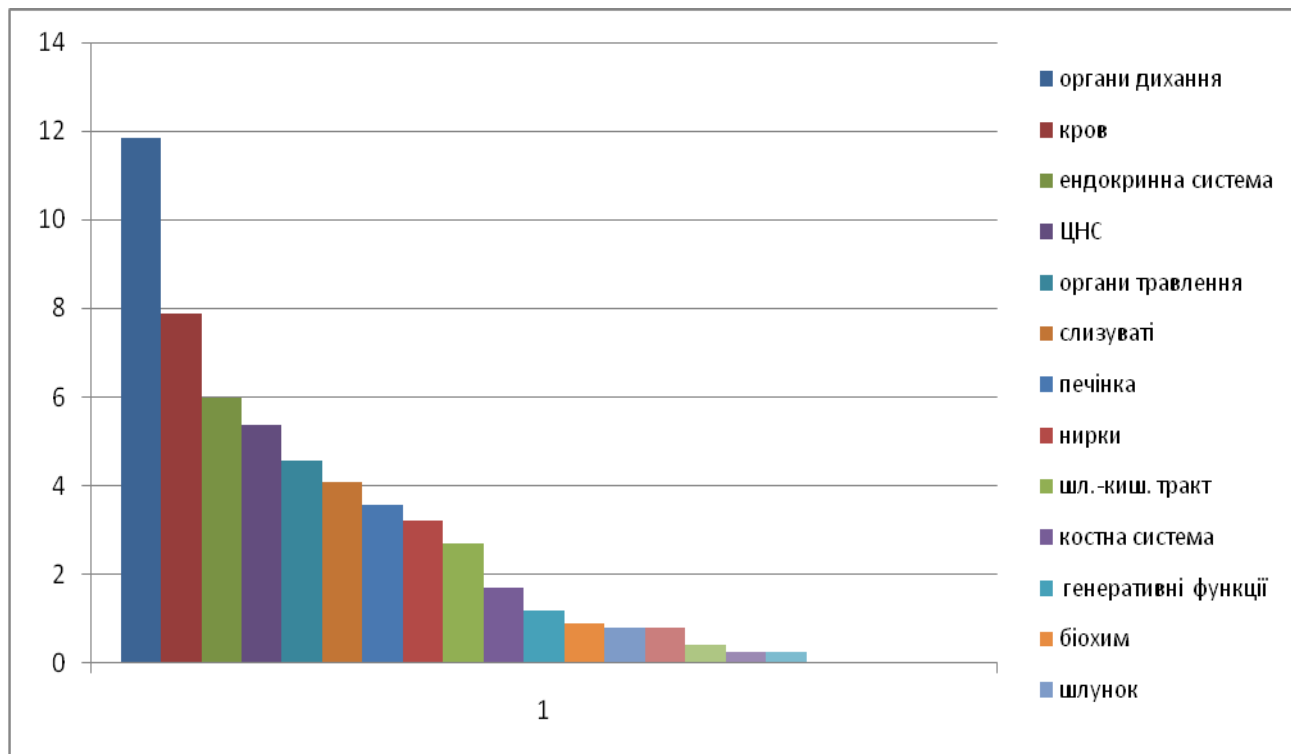


Рисунок 10.2 – Рангування індекса небезпеки отримати захворювання для дітей при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка.

Висновки:

1. Розрахунки показали, що найбільший індекс небезпеки при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка для дітей при інгаляційному надходженні забруднюючих речовин (НІ – 21,03), що відповідає надзвичайно високому рівню небезпеки і існує ймовірність масових скарг і виникнення хронічних захворювань (табл.9.2), а для дорослого населення НІ – 5,62, що відповідає високому рівню небезпеки та існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частини населення.

При пероральному надходженні забруднюючих речовин як для дітей, так і для дорослого населення також існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частини населення.

При наскірному надходженні забруднюючих речовин при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка як для дітей, так і для дорослого населення ризик виникнення шкідливих ефектів є зневажливо малим.

Сумарний індекс небезпеки при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка як для дорослого населення, а особливо для дітей відповідає надзвичайно високому рівню небезпеки і існує ймовірність масових скарг і виникнення хронічних захворювань.

Для дорослого населення існує ймовірність підвищення захворюваності ендокринної системи, органів травлення, органів дихання і нирок. Для дітей – органів дихання, хвороб крові, ЦНС та органів травлення.

Розрахунки індекс небезпеки при рекреаційному водокористуванні басейну р. Сіверський Донець в Донецькій області на посту спостереження в с. Дронівка показали необхідність негайного впровадження заходів щодо оздоровлення басейну р.Сіверський Донець.

Питання для самоконтролю:

1. Чому забруднення навколишнього природного середовища впливає більше на зростання захворюваності дітей ніж дорослих?

2. Чому американська методика оцінки ризику для здоров'я населення потребує адаптації до української системи моніторингу навколишнього природного середовища?

3. Чому при розрахунку індекса небезпеки при рекреаційному водокористуванні враховується різні шляхи потрапляння забруднюючих речовин в організм людини?

4. На Ваш погляд, які захворювання можуть виникнути при купанні в забрудненій річці?

5. Чому в більшості країн світу застосовують методику оцінки ризику для здоров'я населення для прийняття управлінських рішень в галузі охорони навколишнього природного середовища та охорони здоров'я?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11.

ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ПРИ СУЧАСНОМУ РІВНІ ҐРУНТІВ

План

11.1. Методика оцінки ризику для здоров'я населення в залежності від якості ґрунтів.

11.2 Практичне завдання.

11.1. Методика оцінки ризику для здоров'я населення в залежності від якості ґрунтів

Ступінь дії на людину шкідливих хімічних речовин, присутніх в ґрунті залежить від використання землі, концентрації забруднення в ґрунті і на землі і ступеня ризику забруднення інших компонентів середовища (ґрунтові води і повітря).

Шляхи дії негативних чинників ґрунту можуть бути розділені на два види: дія пряма і дія опосередкована або непряма.

Пряма дія забруднюючих речовин ґрунту через:

- попадання в систему травлення частинок ґрунту (пил);
- шкірні контакти;
- попадання в систему дихання частинок ґрунту/пилу;
- вдихання речовин, що випаровуються з ґрунту (особливо всередині приміщень).

Опосередкована (непряма) дія через:

- вживання забруднених зернових культур, що вирощуються на забруднених ґрунтах;
- вживання забруднених продуктів тваринництва, отриманих з тварин, що виводяться на забруднених ґрунтах
- вживання забрудненої питної води (безпосереднє пиття, шкірні контакти, вдихання аерозолів);
- вживання забрудненої риби;
- через води для купання;
- використання текстилю, вироблюваного з сільськогосподарської сировини, такого як льон і бавовна.

Найбільш серйозними шляхами зовнішньої дії вважаються:

- попадання ґрунту в систему травлення (діти);
- шкірні контакти з ґрунтом;
- вдихання повітряних випаровувань (випаровування у внутрішніх приміщеннях);
- попадання з питною водою;
- вживання сільськогосподарської продукції із забруднених ґрунтів.

Ризик здоров'ю населення в залежності від якості ґрунту обчислюється за формулою [41]:

$$R = 1 - \exp(-UR \times LADD), \quad (11.1)$$

де

UR - одиниця ризику, визначається як чинник пропорції росту ризику в залежності від значення діючої концентрації (дозы) речовини.

LADD (Lifetime Average Daily Dose) - середня щоденна доза речовини (мг/кг-добу) обчислюється за формулою:

$$LADD = CS \cdot IR \cdot CF \cdot FI \cdot EF \cdot ED / BW \cdot AT, \quad (11.2)$$

де

CS - концентрація речовини в ґрунті (мг/кг);

IR - рівень споживання (мг ґрунту/доба);

CF - коефіцієнт (6 - 10 кг/мг);

FI - частка речовини, що проникає через шкіру;

EF - частота експозиції (днів/рік);

ED - тривалість експозиції (років);

BW - вага тіла (кг);

AT - час усереднення (період, за який усереднюється експозиція).

Значення перемінних:

CS - дані моніторингу;

IR - 200 мг/добу для дітей 1-6 років та 100 мг/добу для дорослих

FI - 1,0 (тобто 100% - забруднена фракція ґрунту, відносна одиниця)

EF - 365 днів/рік;

ED - 70 років (середня тривалість життя);

BW - 70 кг для дорослих та 16 кг для дітей 1-6 років (середня величина);

AT - період експозиції ED*365 днів/рік, тобто, 70 років*365 днів/рік.

Ризик для здоров'я населення при забрудненні ґрунтів канцерогенними речовинами розраховується за формулою:

$$I = Cs \cdot FI \cdot EF \cdot ET \cdot CF^2 \cdot ((EDc \cdot IRc / BWc) + (EDa \cdot IRa / BWa)) / (AT \cdot 365) \quad (11.3)$$

Ризик для здоров'я населення при забрудненні ґрунтів неканцерогенними речовинами розраховується за формулою:

$$I = Cs \cdot FI \cdot ET \cdot CF^2 \cdot IRn \cdot EDn / (BWn \cdot ATn \cdot 365) \quad (11.4).$$

Для розрахунку середньої добової дози в табл.11.1 наведено стандартні значення факторів експозиції при пероральному надходженні речовин із ґрунту.

Таблиця 11.1 - Стандартні значення факторів експозиції при пероральному надходженні речовин із ґрунту для розрахунку середньої добової дози

Параметр	Характеристика	Стандартне значення
I	Надходження із ґрунтом, мг/(кг·день)	-
Cs	Концентрація речовини в ґрунті, мг/кг	-
IR	Швидкість надходження, кг/доб.	0,0001 кг/доб.; діти: 0,0002

		кг/доб.
<i>IRc</i>	Швидкість надходження у віці 6 і менш років, мг/доб.	0,0002 мг/доб.
<i>IRa</i>	Швидкість надходження у віці старше 6 років, мг/доб.	0,0001 мг/доб.
<i>IRn</i>	Швидкість надходження, мг/доб.	Для дорослих: $IRn = IRa$; для дітей: $IRn = IRc$
<i>ET</i>	Час впливу, година./день	1 год/день
<i>CF2</i>	Перерахунковий коефіцієнт, днів/година	$ET/24$ дн./год
<i>FI</i>	Забруднена фракція ґрунту, від. од.	1,0 (тобто 100%)
<i>EF</i>	Частота впливу, дн./рік	350 дн./рік; рекреаційний сценарій: 75 дн./м.
<i>EDn</i>	Тривалість впливу, років	Для дітей: $EDn = EDc$; для дорослих: $EDn = EDa$
<i>EDc</i>	Тривалість впливу у віці молодше 6 років	6 років
<i>EDa</i>	Тривалість впливу у віці старше 6 років	24 роки
<i>BWn</i>	Маса тіла, кг	Для дітей: $BWn = BWc$; для дорослих: $BWn = BWa$
<i>BWc</i>	Маса тіла у віці 6 і менш років	15 кг
<i>BWa</i>	Маса тіла у віці старше 6 років	70 кг
<i>ATn</i>	Період усереднення експозиції, років	Для дорослих: 30 років; для дітей: 6 років
<i>AT</i>	Період усереднення експозиції, років	70 років (канцерогени)

Середня добова доза при інгалаційному впливі хімічних речовин, що попадають у повітря із ґрунту, розраховується за формулою:

$$I = (Ca \cdot IR \cdot ED \cdot EF) / (BW \cdot AT \cdot 365) \quad (11.5)$$

Для розрахунку середньої добової дози при інгалаційному впливі хімічних речовин, що попадають у повітря із ґрунту, в табл. 11.2 наведено стандартні значення.

Таблиця 11.2 – Стандартні значення для розрахунку середньої добової дози при інгалаційному впливі хімічних речовин, що попадають у повітря із ґрунту.

Параметр	Характеристика	Стандартне значення
<i>I</i>	Інгаляційне надходження, мг/(кг·день)	-
<i>Ca</i>	Концентрація речовини в повітрі, мг/м ³	$Cs \cdot (1/PEF + 1/EF)$
<i>Cs</i>	Концентрація речовини в ґрунті, мг/кг	-

<i>PEF</i>	Фактор емісії пилових часток, м ³ /кг	розрахункова величина (табл. 11.3)
<i>VF</i>	Фактор випару із ґрунту, м ³ /кг	розрахункова величина (табл. 11.4)
<i>IR</i>	Швидкість надходження, м ³ /доб.	20 м ³ /доб.; діти: 10 м ³ /доб.
<i>EF</i>	Частота впливу, днів/рік	350 дн./рік
<i>ED</i>	Тривалість впливу, років	30 років; діти: 6 років
<i>BW</i>	Маса тіла, кг	70 кг; діти: 15 кг
<i>AT</i>	Період усереднення експозиції, років	Для дорослих: 30 років; для дітей: 6 років; канцерогени: 70 років

Розрахунок фактора емісії пилових часток проводять за формулою:

$$PEF = Q/C \cdot 36667 / (0,036 \cdot (1 - V) \cdot (U_m/U_t)^3 \cdot F(x)) \quad (11.6)$$

В таблиці 11.3 наведено стандартні значення для розрахунку фактора емісії пилових часток.

Таблиця 11.3 - Стандартні значення для розрахунку фактора емісії пилових часток

Параметр	Визначення	Стандартна величина
<i>PEF</i>	Фактор емісії пилових часток, м ³ /кг	1,32·10 ⁹ або розрахункова величина
<i>Q/C</i>	Середня інверсна концентрація в центрі ділянки площею 0,5 акра, г/м ³ - з на кг/м ³	90,8
<i>F(x)</i>	Функція, що залежить від U_m/U_t	0,194
U_m	Середньорічна швидкість вітру, м/с	4,69 м/с
U_t	Еквівалентне граничне значення швидкості вітру на висоті 7 м, м/с	11,32 м/с
<i>V</i>	Фракція землі, покрита рослинністю, від. од.	0,5

Розрахунок фактора випару речовини із ґрунту проводять за формулою:

$$VF = Q/C \cdot (3,14 \cdot D_a \cdot T)^{1/2} \cdot 10^{-4} (2 \cdot \rho_o_b \cdot D_a) \quad (11.7)$$

В табл. 11.4 наведено стандартні значення для розрахунку фактора випару речовини із ґрунту.

Таблиця 11.4 - Стандартні значення для розрахунку фактора випару речовини із ґрунту.

Параметр	Визначення	Стандартна величина
<i>VF</i>	Фактор випару з поверхні ґрунту, м ³ /кг	-
<i>Q/C</i>	Середня інверсна концентрація в центрі ділянки площею 0,5 акра, г/м ² - з на кг/м ³	68,81
<i>T</i>	Інтервал впливу, з	9,5·10 ⁸ з

D_a	Спостережувана дифузія, $\text{см}^2/\text{з}$	см. примітку*
ρ_b	Щільність сухого ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$	1,5 $\text{г}/\text{см}^3$
θ_a	Співвідношення пористості ґрунту й пористості повітря ($L_{\text{воздух}}/L_{\text{почва}}$)	0,28
L	Пористість середовища	-
N	Загальна пористість ґрунту ($L_{\text{поры}}/L_{\text{почва}}$)	0,43
θ_w	Пористість ґрунту для води ($L_{\text{вода}}/L_{\text{почва}}$)	0,15
ρ_s	Щільність ґрунтових часток, $\text{г}/\text{см}^3$	2,65 $\text{г}/\text{см}^3$
D_i	Дифузія в повітря, $\text{см}^2/\text{з}$	Для органічних речовин: $D_i = 1,9/\text{MW}^{0,67}$. Для більшості неорганічних речовин коефіцієнт дифузії близький до нуля
H	Константа закону Генрі, $\text{Па} \cdot \text{м}^3/\text{моль}$	Може бути розрахована за величиною розчинності речовини у воді й тиску його пар. Значення параметрів (H , розчинність, тиск пар) утримуються в хімічних довідниках, базі даних SARETbase, базах даних до програми по оцінці міжсередових переходів і розрахунку доз багатосередового впливу**
H'	Константа закону Генрі, від. од.	$H' = H \cdot 41$
D_w	Дифузія у воду, $\text{см}^2/\text{з}$	Для органічних речовин: $D_w = 22 \cdot 0,00001/\text{MW}^{0,67}$. Для більшості неорганічних речовин коефіцієнт дифузії близький до нуля
K_d	Коефіцієнт розподілу ґрунт/вода, $\text{см}^3/\text{г}$	$K_{oc} \cdot f_{oc}$
K_{oc}	Коефіцієнт розподілу органічного вуглецю ґрунт/вода, $\text{див}^3/\text{г}$	Може бути розрахований за величиною коефіцієнта розподілу октанол/вода
f	Фракція органічного вуглецю в ґрунті, $\text{г}/\text{г}$	0,006 $\text{г}/\text{г}$ (0,6%)
* $D_a = ((\theta_a^{3,3} \cdot D_i \cdot H' + \theta_w^{3,3} \cdot D_w) / n^2) \rho_b \cdot K_d + \theta_a \cdot H'$. ** Базі даних і програми з розрахунку міжсередових переходів і доз багатосередового впливу розроблені в НДІ екології людини й гігієни навколишнього середовища.		

Розрахунок середньої добової дози при наскірній експозиції ґрунту проводять за формулою:

$$DAD = (DA_e \cdot EF \cdot ED \cdot EV \cdot SA) / (BW \cdot AT \cdot 365) \quad (11.8)$$

В табл. 11.5 наведено стандартні значення для розрахунків середньої добової дози при нашкірній експозиції ґрунту.

Таблиця 11.5 - Стандартні значення для розрахунків середньої добової дози при нашкірній експозиції ґрунту.

Параметр	Визначення	Стандартна
<i>DAD</i>	Абсорбована нашкірна доза, мг/(кг·день)	-
<i>DAe</i>	Абсорбована доза за подію, мг/см ² -подія	$DAe = Cs \cdot CF \cdot AF \cdot ABSd$
<i>Cs</i>	Концентрація речовини в ґрунті, мг/кг	-
<i>CF</i>	Перерахунковий коефіцієнт, кг/мг	10-6 кг/мг
<i>AF</i>	Фактор забруднення шкіри, мг/см ² -подія	Залежить від сценарію експозиції або 0,2 мг/див ² (діти); 0,1 мг/див ² (дорослі)
<i>ABSd</i>	Абсорбована фракція, від. од.	Визначається властивостями речовини: для органічних речовин - 0,1, для неорганічних - 0,01
<i>SA</i>	Площа поверхні шкіри, см ²	5700 см ² ; дитина: 3300 см ²
<i>EF</i>	Частота впливу, подія/рік	350
<i>ED</i>	Тривалість впливу, років	30 років; діти: 6 років
<i>EV</i>	Число подій у день	1 подія/день
<i>BW</i>	Маса тіла, кг	70 кг; діти: 15 кг
<i>AT</i>	Період усереднення експозиції, років	30 років; діти: 6 років; канцерогени: 70 років

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків згідно з варіантом, наведеним у Додатку В.
2. Провести розрахунки ризику для здоров'я населення за методикою EPA US (формули 9.4 -9.9, 10.1 - 10.4, 11.2).
3. Розраховуємо за формулою (11.3 – 11.4) пероральне надходження хімічних речовин із ґрунту для дітей та дорослого населення.
4. Розраховуємо за формулою (11.5 – 11.7) інгаляційне надходження забруднюючих речовин із ґрунту для дітей та дорослого населення.
5. Розраховуємо за формулою (11.8) поглинену дозу при нашкірній експозиції із ґрунту для дітей та дорослого населення.
6. Визначаємо фактори канцерогенного потенціалу за даними табл. 10.1 для речовин, що мають канцерогенний ефект.
7. Розраховуємо індивідуальний канцерогенний ризик за формулою 9.4.
8. Розраховуємо коефіцієнти та індекс небезпеки одержати неракове захворювання за формулами (9.8 – 9.7).

9. Розраховуємо сумарний індекс небезпеки та з урахуванням критичних органів/систем за формулою (9.9) для дітей та дорослого населення.

10. Проводимо рангування за величиною коефіцієнта небезпеки для визначення найбільш пріоритетних забруднювачів.

Приклад виконання роботи

Визначення небезпеки сучасного рівня забруднення ґрунтів в районі розташування Зміївської ТЕС наведено в табл.11.6 – 11.15.

Таблиця 11.6 – Розрахунок середньодобової дози та стандартних показників факторів експозиції при пероральному надходженні речовини із ґрунтів для канцерогенних речовин на ділянці №.9

Назва речовини	Cs Концентрація речовини, мг/кг	FI Забруднена фракція ґрунту, від.од	EF Час впливу доб/рік	ET Час впливу год/добу	CF2 Перерахунковий коефіцієнт днів/год	IRc Швидкість надходження у віці 6 років та менше, мг/доб	Edc Тривалість впливу у віці менше 6 років, роки
Миш'як	42	1	75	1	0,0417	0,0002	6
Ртуть	2,31	1	75	1	0,0417	0,0002	6
Калій бромат	7,6	1	75	1	0,0417	0,0002	6

Продовження таблиці 11.6

BWc Маса тіла у віці менше 6 років, кг.	Eda Тривалість впливу у віці більше 6 років, роки	IRa Швидкість надходження у віці більше 6 років, мг/доб	BWa Маса тіла у віці більше 6 років, кг.	ATn Період усереднення експозиції, років	I Середньодобова доза при пероральному надходженні речовини із ґрунтів, мг/(кг*доб)	SFO Фактор канцерогенного потенціалу, (мг/(кг*доб)-1	CR канцерогенний ризик
15	24	0,0001	70	70	4,12301E-07	1,5	6,18451E-07
15	24	0,0001	70	70	2,39446E-08	0,0003	7,18339E-12
15	24	0,0001	70	70	7,57059E-08	0,7	5,29941E-08
							6,71452E-07

Таблиця 11.7 – Канцерогенний ризик при пероральному надходженні речовини із ґрунтів на ділянці №.9 в зоні розташування Зміївської ТЕС

Назва речовини	Cs Концентрація речовини, мг/кг	I Середньо добова доза при пероральному надходженні речовини із ґрунтів, мг/(кг*доб)	SFO Фактор канцерогенного потенціалу, (мг/(кг*доб))-1	CR канцерогенний ризик
Миш'як	42	4,12301E-07	1,5	6,18451E-07
Ртуть	2,31	2,39446E-08	0,0003	7,18339E-12
Калій бромат	7,6	7,57059E-08	0,7	5,29941E-08
Сумарний канцерогенний ризик				6,71452E-07

Таблиця 11.8 – Розрахунок середньодобової дози та стандартних показників факторів експозиції при пероральному надходженні неканцерогенних речовини із ґрунтів для дітей .

Назва речовини	Cs Концентрація речовини, мг/кг	FI Забруднена фракція ґрунту, від.од	ET Час впливу год/добу	CF2 Перерахунковий коефіцієнт днів/год
Кремній	29,5	1	1	0,0417
Алюміній	8	1	1	0,0417
Залізо	4,6	1	1	0,0417
Кальцій	2,9	1	1	0,0417
Натрій	2,5	1	1	0,0417
Магній	1,87	1	1	0,0417
Титан	0,45	1	1	0,0417
Фосфор	0,09	1	1	0,0417
Сірка	0,05	1	1	0,0417
Ртуть	2,31	1	1	0,0417

Продовження таблиці 11.8

IRn Швидкість надходження у віці 6 років та менше	Edn Тривалість впливу у віці менше 6	BWn Маса тіла у віці	ATn Період усереднення експозиції, років	I Середньо добова доза при пероральному надходженні речовини із ґрунтів,
---	--------------------------------------	----------------------	--	--

нше, мг/доб	років, роки	менше 6 ро- ків, кг.		мг/(кг*доб)
0,0002	6	15	6	4,49011E-08
0,0002	6	15	6	1,21766E-08
0,0002	6	15	6	7,00152E-09
0,0002	6	15	6	4,414E-09
0,0002	6	15	6	3,80517E-09
0,0002	6	15	6	2,84627E-09
0,0002	6	15	6	6,84931E-10
0,0002	6	15	6	1,36986E-10
0,0002	6	15	6	7,61035E-11
0,0002	6	15	6	3,51598E-09

Таблиця 11.9 – Розрахунок середньодобової дози та стандартних показників факторів експозиції при пероральному надходженні неканцерогенних речовини із ґрунтів для дорослих .

Назва речовини	Cs Концентрація речовини, мг/кг	FI Забруднена фракція ґрунту, від.од	ET Час впливу год/добу	CF2 Перерахунковий коефіцієнт днів/год
Кремній	29,5	1	1	0,0417
Алюміній	8	1	1	0,0417
Залізо	4,6	1	1	0,0417
Кальцій	2,9	1	1	0,0417
Натрій	2,5	1	1	0,0417
Магній	1,87	1	1	0,0417
Тітан	0,45	1	1	0,0417
Фосфор	0,09	1	1	0,0417
Сірка	0,05	1	1	0,0417
Ртуть	2,31	1	1	0,0417

Продовження таблиці 11.9

IRn Швидкість надходження у віці більше 6 років, мг/доб	Edn Тривалість впливу у віці більше 6 років, роки	BWn Маса тіла у віці більше 6 років, кг.	ATn Період усереднення експозиції, років	I Середньо добова доза при пероральному надходженні речовини із ґрунтів, мг/(кг*доб)
0,0001	24	70	30	3,85E-09
0,0001	24	70	30	1,04E-09
0,0001	24	70	30	6E-10
0,0001	24	70	30	3,78E-10
0,0001	24	70	30	3,26E-10
0,0001	24	70	30	2,44E-10
0,0001	24	70	30	5,87E-11
0,0001	24	70	30	1,17E-11
0,0001	24	70	30	6,52E-12
0,0001	24	70	30	3,01E-10

Таблиця 11.10 - Індекс небезпеки при пероральному надходженні неканцерогенних речовини із ґрунтів для дітей.

Назва речовини	Доза, мг/кг.	Безпечний рівень впливу, мг/кг. RfD	Коефіцієнт небезпечного впливу речовини HQ	Органи людини
Алюміній	1,0437E-09	1	1,0437E-09	ЦНС
Залізо	6,0013E-10	0,3	2,00043E-09	Органи дихання
Кальцій	3,7834E-10	41,4	9,13872E-12	Нирки, біохим. (алкалоз, гіперкальценемія)
Натрій	3,2616E-10	34,3	9,50897E-12	серц. суд. система
Магній	2,4397E-10	11	2,21787E-11	нирки
Титан	5,8708E-11	4	1,46771E-11	подрознення тканин
Фосфор	1,1742E-11	11	1,06743E-12	легені, ЦНС, кишк.шл. тракт., нирки, серц. суд. система
Ртуть	3,0137E-10	0,0003	1,00457E-06	ЦНС, нирки, серц. суд. система, імун.

Таблиця 11.11 - Індекс небезпеки при пероральному надходженні неканцерогенних речовини із ґрунтів для дорослих

Назва речовини	Доза, мг/кг.	Безпечний рівень впливу, мг/кг. RfD	Коефіцієнт небезпечного впливу речовини HQ	Органи людини
Алюміній	1,0437E-09	1	1,0437E-09	ЦНС
Залізо	6,0013E-10	0,3	2,00043E-09	Органи дихання
Кальцій	3,7834E-10	41,4	9,13872E-12	Нирки, біохим. (алкалоз, гиперкальцемерия)
Натрій	3,2616E-10	34,3	9,50897E-12	серц. суд. система
Магній	2,4397E-10	11	2,21787E-11	нирки
Титан	5,8708E-11	4	1,46771E-11	подразнення тканин
Фосфор	1,1742E-11	11	1,06743E-12	легені, ЦНС, кишк.шл. тракт., нирки, серц. суд. система
Ртуть	3,0137E-10	0,0003	1,00457E-06	ЦНС, нирки, серц. суд. система, імун.
НІ	1,0077E-06			
	1,0056E-06	НІ ЦНС		
	2,0004E-09	НІ органи дихання		
	1,0046E-06	НІ нирки		
	9,1387E-12	НІ біохим.(алкалоз, гиперкальцемерия)		
.	1,0046E-06	НІ серц. суд. сист		
	1,4677E-11	НІ подразнення тканин		
	1,0674E-12	НІ легені, кишк.шл.тракт.		

Таблиця 11.12 – Розрахунок середньо добової дози при інгалаційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунту для дорослих.

Назва речовини	Cs Концентрація речовини в ґрунті, мг/кг	Ca Концентрація речовини в повітрі, мг/м ³	IR Швидкість надходження кб.м/ доб.	ED Тривалість впливу, роки
Кремній	29,5	0,0843	20	30
Алюміній	8	0,0229	20	30
Залізо	4,6	0,0131	20	30

Кальцій	2,9	0,0083	20	30
Натрій	2,5	0,0071	20	30
Калій	2,5	0,0071	20	30
Магній	1,87	0,0053	20	30
Титан	0,45	0,0013	20	30
Фосфор	0,09	0,0003	20	30
Сірка	0,05	0,0001	20	30
Ртуть	2,31	0,0066	20	30

Продовження таблиці 11.12

EF Частота впливу, днів/рік.	BWn Маса тіла у віці більше 6 років, кг.	ATn Період усереднення експозиції, років	I Середньо добова доза при інгаляційному впливі хімічних речовин, потрапляючих в повітря із ґрунтів для неканцерогенних речовин для дорослих.
350	70	30	0,02309082
350	70	30	0,00626192
350	70	30	0,0036006
350	70	30	0,00226995
350	70	30	0,00195685
350	70	30	0,00195685
350	70	30	0,00146372
350	70	30	0,00035223
350	70	30	7,0447E-05
350	70	30	3,9137E-05
350	70	30	0,00180813

Таблиця 11.13 – Розрахунок середньо добової дози при інгаляційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунту для дітей .

Назва речовини	Cs Концентрація речовини в ґрунті, мг/кг	Ca Концентрація речовини в повітрі, мг/м ³	IR Швидкість надходження кб.м/ доб.	ED Тривалість впливу, роки
Кремній	29,5	0,084	20	6
Алюміній	8	0,023	20	6
Залізо	4,6	0,013	20	6
Кальцій	2,9	0,008	20	6
Натрій	2,5	0,007	20	6
Калій	2,5	0,007	20	6
Магній	1,87	0,005	20	6
Титан	0,45	0,001	20	6
Фосфор	0,09	3E-04	20	6

Сірка	0,05	1E-04	20	6
Ртуть	2,31	0,007	20	6

Продовження таблиці 11.13

EF Частота впливу, днів\рік.	BW Ма-са тіла у віці менше 6 років, кг.	ATn Період усереднення експозиції, років	I Середньо добова доза при інгалаційному впливі хімічних речовин, потрапляючих в повітря із ґрунтів для неканцерогенних речовин для дітей.
350	15	6	0,1078
350	15	6	0,0292
350	15	6	0,0168
350	15	6	0,0106
350	15	6	0,0091
350	15	6	0,0091
350	15	6	0,0068
350	15	6	0,0016
350	15	6	0,0003
350	15	6	0,0002
350	15	6	0,0084

Таблиця 11.14 - Індекс небезпеки при інгалаційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунту

Назва речовини	Ca Концентрація речовини в повітрі, мг/м3	RfC Референтна концентрація, мг/кб.м	Коефіцієнт небезпечного впливу речовини HQ	Орган
Кремній	0,084	0,003	28,09	органи дихання, імунітет, ризик силікозу
Алюміній	0,023	0,005	4,57	ЦНС
Залізо	0,013	0,6	0,02	органи дихання
Ртуть	0,007	0,0003	22,00	ЦНС, гормони, нирки, репродукція
Магній	0,005	0,1	0,05	нирки
Титан	0,001	0,03	0,04	підразнення тканин
HI _s ⁱ			54,78	
HI _s ⁱ органи дихання			28,12	

HI _s ⁱ імунітет, ризик силікозу	28,09	
HI _s ⁱ ЦНС	26,57	
HI _s ⁱ репродукція	22,00	
HI _s ⁱ нирки	0,05	
HI _s ⁱ подразнення тканин	0,04	

Таблиця 11.15 – Розрахунок середньо добової дози при нашкірній експозиції ґрунтів для дорослих .

Назва речовини	Cs Концентрація речовини в ґрунті, мг/кг	EF Частота впливу подія/рок.	ED Тривалість впливу, роки	EV Число подій на добу	SA Площа поверхні шкіри, кв.см.	BWn Маса тіла у віці більше 6 років, кг.
Кремній	29,5	350	30	1	5700	70
Алюміній	8	350	30	1	5700	70
Залізо	4,6	350	30	1	5700	70
Кальцій	2,9	350	30	1	5700	70
Натрій	2,5	350	30	1	5700	70
Магній	1,87	350	30	1	5700	70
Титан	0,45	350	30	1	5700	70
Фосфор	0,09	350	30	1	5700	70
Сірка	0,05	350	30	1	5700	70
Ртуть	2,31	350	30	1	5700	70

Продовження таблиці 11.15

ATn Період усереднення експозиції, років	CF Перерахунковий коефіцієнт, кг/мг	AF Фактор забруднення шкіри, мг/кв.см.	ABSd Обсorbування фракцій, відн. од.	DAe Абсорбована доза за подію, мг/смкв. подія.	Середньо добова доза при нашкірній експозиції ґрунту.
30	0,000001	0,1	0,1	2,95E-07	2,30342E-05
30	0,000001	0,1	0,01	8E-09	6,24658E-07
30	0,000001	0,1	0,01	4,6E-09	3,59178E-07
30	0,000001	0,1	0,01	2,9E-09	2,26438E-07
30	0,000001	0,1	0,01	2,5E-09	1,95205E-07
30	0,000001	0,1	0,01	1,87E-09	1,46014E-07
30	0,000001	0,1	0,1	4,5E-09	3,5137E-07
30	0,000001	0,1	0,1	9E-10	7,0274E-08
30	0,000001	0,1	0,1	5E-10	3,90411E-08
30	0,000001	0,1	0,1	2,31E-08	1,8037E-06

Таблиця 11.16 – Розрахунок середньо добової дози при нашкірній експозиції ґрунтів для дітей

Cs Концентрація речовини в ґрунті, мг/кг	EF Частота впливу подія/рок.	ED Тривалість впливу, роки	EV Число подій на добу	SA Площа поверхні шкіри, кв.см.	BWn Маса тіла у віці менше 6 років, кг.
29,5	350	6	1	3300	15
8	350	6	1	3300	15
4,6	350	6	1	3300	15
2,9	350	6	1	3300	15
2,5	350	6	1	3300	15
1,87	350	6	1	3300	15
0,45	350	6	1	3300	15
0,09	350	6	1	3300	15
0,05	350	6	1	3300	15
2,31	350	6	1	3300	15

Продовження таблиці 11.16 – Розрахунок середньо добової дози при нашкірній експозиції ґрунтів для дітей.

ATn Період усереднення експозиції, років	CF Перерахунковий коефіцієнт, кг/мг	AF Фактор забруднення шкіри, мг/кв.см.	ABSd Обсorbування фракцій, відн. од.	DAe Абсорбована доза за подію, мг/смкв. подія.	Середньо добова доза при нашкірній експозиції ґрунту.
6	0,000001	0,1	0,1	0,000000295	6,22329E-05
6	0,000001	0,1	0,01	0,000000008	1,68767E-06
6	0,000001	0,1	0,01	4,6E-09	9,70411E-07
6	0,000001	0,1	0,01	2,9E-09	6,11781E-07
6	0,000001	0,1	0,01	2,5E-09	5,27397E-07
6	0,000001	0,1	0,01	1,87E-09	3,94493E-07
6	0,000001	0,1	0,1	4,5E-09	9,49315E-07
6	0,000001	0,1	0,1	9E-10	1,89863E-07
6	0,000001	0,1	0,1	5E-10	1,05479E-07
6	0,000001	0,1	0,1	2,31E-08	4,87315E-06

Висновки:

Відповідно до класифікація рівнів небезпеки за значенням індексу небезпеки (табл. 9.2) небезпека при інгаляційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунту, вважається надзвичайно високою, та існує висока небезпека ймо-

вірності виникнення захворювання органів дихання ($HI_s^i = 28,12$), зниження імунітету та ризик силікозу ($HI_s^i = 28,09$), порушення центральної нервової системи ($HI_s^i = 26,57$), зниження функцій репродукції ($HI_s^i = 22,0$).

Рангування речовин за коефіцієнтом небезпеки показало, що найбільший вплив на збільшення захворюваності населення при інгаляційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунту, мають кремній та ртуть (рис.11.1).

Розрахунок середньої добової дози при наскірній експозиції ґрунтів для дорослих та дітей (табл. 11.5, табл. 11.6) показав, що небезпека є мінімальною.

Таким чином, найбільший індекс небезпеки отримати захворювання існує при інгаляційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунту ($HI_s^i = 54,78$).

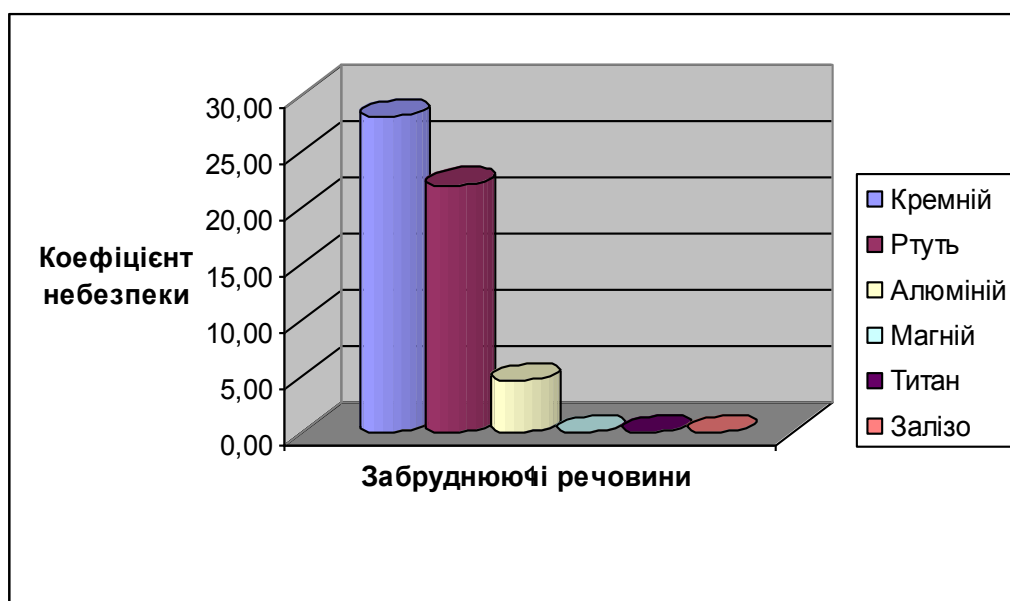


Рисунок 11.1 - Рангування речовин за коефіцієнтом небезпеки при інгаляційному впливі хімічних речовин, що потрапляють в повітря із ґрунту

Питання для самоконтролю:

1. Які чинники, на Ваш погляд, найбільше впливають на зростання захворюваності населення при контакті з ґрунтом?
2. Яким шлях потрапляння забруднюючих речовин з ґрунту є найбільш небезпечним (інгаляційний, пероральний чи наскірний)?
3. Які захворювання може викликати контакт людини з забрудненим ґрунтом?
4. Які заходи необхідно вжити для зменшення ризику для здоров'я населення від впливу забрудненого ґрунту?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12.

ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОКАЗНИКА СКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

План

12.1 Методика ідентифікації джерел забруднення поверхневих вод на основі визначення узагальненого показника скидів забруднюючих речовин

12.2 Практичне завдання

12.1 Методика ідентифікації джерел забруднення поверхневих вод на основі визначення узагальненого показника скидів забруднюючих речовин

Найбільш універсальним показником скидання речовин у водні об'єкти може служити об'єм чистої (дистильованої) води, необхідної для розведення маси всіх речовин, які скидаються, сумарно; речовин по групах, що лімітують, шкідливості; або окремо взятої речовини за ГДК у воді поверхневих вод суши, призначених для господарсько-питного використання, тобто:

$$W_1 = \sum_{i=1}^n M_i / ГДК_i, \quad (12.1)$$

$$W_2 = \max_j \sum_{ij}^{n_j} M_{ij} / ГДК_{ij}, \quad (12.2)$$

$$W_3 = \max_i M_i / ГДК_i, \quad (12.3)$$

$i = 1, 2, \dots, n,$

$j = 1, 2, \dots, m,$

$i_j = 1, 2, \dots, n_j,$

де:

W_1, W_2, W_3 - об'єми води, необхідні для розведення до ГДК відповідно маси всіх речовин, що скидаються, сумарно; речовин лімітуючої групи шкідливості; окремої речовини, $\text{км}^3/\text{рік}$;

n - число речовин, нормованих Правилами;

m - число лімітуючих груп речовин;

n_j - число речовин, що входять у j -ту лімітуючу групу шкідливості;

M_i - маса i -тої речовини, що скидається у водний об'єкт, тис.т /рік.

Між показниками W_1, W_2, W_3 існують наступні співвідношення:

$$W_1 > W_2 > W_3 \quad (12.4)$$

Показник W_1 характеризує загальне скидання речовин, незалежно від їхнього впливу на якість води в якому – не будь розрахунковому створі. Тому його використання рекомендується для узагальнюючих оцінок скидання речовин у цілому по водному об'єкті або його великих ділянках.

Показник W_2 зручний для характеристики стічних вод по окремих випусках. З його допомогою можна робити порівняльну оцінку впливу на якість річкової води стічних вод від різних об'єктів стосовно до створу ділянки ріки.

Для визначення основних показників забруднення по окремих випусках стічних вод, галузям, водогосподарчим ділянкам, річковим басейнам рекомендується застосовувати показник W_3 .

Основною базою для розрахунків показників W_1, W_2, W_3 можуть бути дані статистичної звітності за формою 2-ТП (водгосп), що дозволяє автоматизувати розрахунок зазначених показників.

Маючи дані за ряд років можливо установити тенденції надходження загальної маси речовин, їхній вплив на якість поверхневих вод, зміну питомої ваги окремих речовин у загальному обсязі їхнього скидання.

У залежності від об'єму стоку на водогосподарчій ділянці ріки або річкового басейну в цілому, вплив того ж самого обсягу речовин, що скидаються, буде неоднаковим, тому співвідношення обсягу дистильованої води W до розрахункової 95% витрати води в замикаючому створі буде характеризувати питомий вплив обсягів речовин, що скидаються:

$$U_{k1}=W_1/Q_{95\%}, \quad U_{k2}=W_2/Q_{95\%}, \quad U_{k3}=W_3/Q_{95\%}, \quad (12.5)$$

де:

U_{k1}, U_{k2}, U_{k3} - питомий (приведений до $Q_{95\%}$) показник впливу речовин, що скидаються, на якість води у водному об'єкті відповідно для маси всіх речовин, що скидаються, сумарно; речовин лімітуючої групи шкідливості; окремої речовини, $\text{км}^3/\text{рік}$;

K - число водогосподарчих ділянок, що підлягають розгляду.

Необхідно відзначити, що описані показники не дають уявлення про те, скільки ж дійсно необхідно води для розведення домішок, що скидаються, оскільки при його розрахунку не враховуються наступні положення:

- ✓ з маси речовин, що скидаються, не віднімається її природна складова (тобто добуток фонові концентрації речовини на витрату стічних вод);

- ✓ для розведення береться стандартна (дистильована) вода, а не природна вода, що має неоднорідний склад.

12.2 Практичне завдання

Порядок виконання роботи

1. Одержати у викладача вихідні дані для проведення розрахунків відповідно до наведеного варіанта, наведеному в Додатку Д.
2. Використовуючи формулу (12.3) розрахувати W_3 для кожної речовини, що скидається у водний об'єкт, для 3-х водогосподарчих ділянок. Максимальне значення W_3 буде вказувати на речовину, що найбільше впливає на якість вод.
3. Використовуючи отримані при розрахунку W_3 результати зробити з них вибірки відповідно приналежності кожної речовини до певної лімітуючої групи шкідливості (ЛПШ). За формулою (12.2) вирахувати для кожної групи шкідливості показник W_2 . Максимальне значення W_2 дозволить вибрати лімітуючу групу шкідливості.
4. Використовуючи отримані результати за формулою (12.5) розрахувати U_{k2} , U_{k3} .
5. Результати розрахунків занести в таблицю з вихідними даними, отриманими відповідно до варіанта.
6. За результатами розрахунків зробити висновки, у яких указати:
 - " На якій з водогосподарчих ділянок антропогенне навантаження більше, пояснити, чому зроблений такий висновок.
 - " Які речовини і які лімітуючі групи шкідливості є диктуючими для кожної з ділянок.
 - " На якому з ваших розрахункових водогосподарчих ділянок Ви почали б у першу чергу впроваджувати природоохоронні спорудження при обмеженому фінансуванні, пояснити, чому.

Приклад виконання роботи

Вариант №1

Перелік речовин, які скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речовини, тис.т/рік	W=M _i /ПДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/рік	W=M _i /ПДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/рік	W=M _i /ПДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	142	47,3	20	6,7	50	16,7
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	14	3,5 2,3	7	1,75 1,17	9	2,25 1,5
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	530	1,06	2324	4,65	2000	4
Хлориди	Органолепт	350.0	1500	4,29	4205	12,01	1600	4,57
Азот аммон.	Органолепт	1.0	30	30	51	51	40	40
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	126	38,18	8	2,42	75	22,73
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	26	0,58	270	6,0	300	6,67
СПАР	Органолепт	1.0	3	3	81	81	90	90
Фосфати	Заг. сан.	3.5	75	21,43	0.4	0,11	0.5	0,14
Нафтопро дукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.007	0,07	0.9	9,0	0.1	1,0
Феноли	Органолепт	0.001	0.0004	0,4	0.0001	0,1	0.05	50
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.5	1	0.03	0,06	0.02	0,04
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	3.4	68	2.6	52	5.7	114
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	0.8	0,8	6.5	6,5	4.8	4,8
Мідь	Органолепт Зан. сан.	1.0	5	5	3	3	8	8
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.0004	0,8	0.0009	1,8	0.007	14
Q _{95%} , км ³ /рік			16		34		18	
W ₁ ,				225,41		238,1		378,9
W ₂				109,36		151,76		196,57.
U _{k1}				3606,56		8095,4		6820,2
U ₂				1749,76		5159,84		3538,26
U ₃				1088		2754		2052

Розрахунок W_2 для водогосподарчої ділянки № 1

1. Загально санітарний ЛПШ:

$$W_2^1 = 47,3 + 3,5 + 1,06 + 21,43 + 0,07 + 0,08 + 5 = 78,44.$$

2. Рибогосподарський ЛПШ:

$$W_2^2 = 2,3 + 0,07 = 2,37.$$

3. Органолептичний ЛПШ:

$$W_2^3 = 1,06 + 4,29 + 30 + 3 + 0,4 + 5 = 43,75.$$

4. Санітарно - токсикологічний ЛПШ:

$$W_2^4 = 38,18 + 0,58 + 1 + 68 + 0,8 + 0,8 = 109,36.$$

Розрахунок W_2 для водогосподарчої ділянки № 2

1. Загально санітарний ЛПШ:

$$W_2^1 = 6,7 + 1,75 + 4,65 + 0,11 + 9,0 + 6,5 + 3 = 31,71.$$

2. Рибогосподарський ЛПШ:

$$W_2^2 = 1,17 + 9,0 = 10,17.$$

3. Органолептичний ЛПШ:

$$W_2^3 = 4,65 + 12,01 + 51 + 81 + 0,1 + 3 = 151,76.$$

4. Санітарно - токсикологічний ЛПШ:

$$W_2^4 = 2,42 + 6,0 + 0,06 + 52,0 + 6,5 + 1,8 = 68,78.$$

Розрахунок W_2 для водогосподарчої ділянки № 3

1. Загально санітарний ЛПШ:

$$W_2^1 = 16,7 + 2,25 + 4 + 0,14 + 1 + 4,8 + 8 = 36,89.$$

2. Рибогосподарський ЛПШ:

$$W_2^2 = 1,5 + 1,0 = 2,5.$$

3. Органолептичний ЛПШ:

$$W_2^3 = 4 + 4,57 + 40 + 90 + 50 + 8 = 196,57.$$

4. Санітарно - токсикологічний ЛПШ:

$$W_2^4 = 22,73 + 6,67 + 0,04 + 114 + 4,8 + 14 = 162,24.$$

Висновки:

1. З аналізованих трьох водогосподарчих ділянок антропогенне навантаження більше на третій ділянці, тому що об'єми води, необхідні для розведення до ГДК відповідно маси всіх речовин, які скидаються, сумарно; речовин лімітуючої групи шкідливості; окремої речовини (W_1 , W_2 , W_3 км3/рік) більше саме на 3 ділянці (рис. 12.1, 12.2, 12.3).

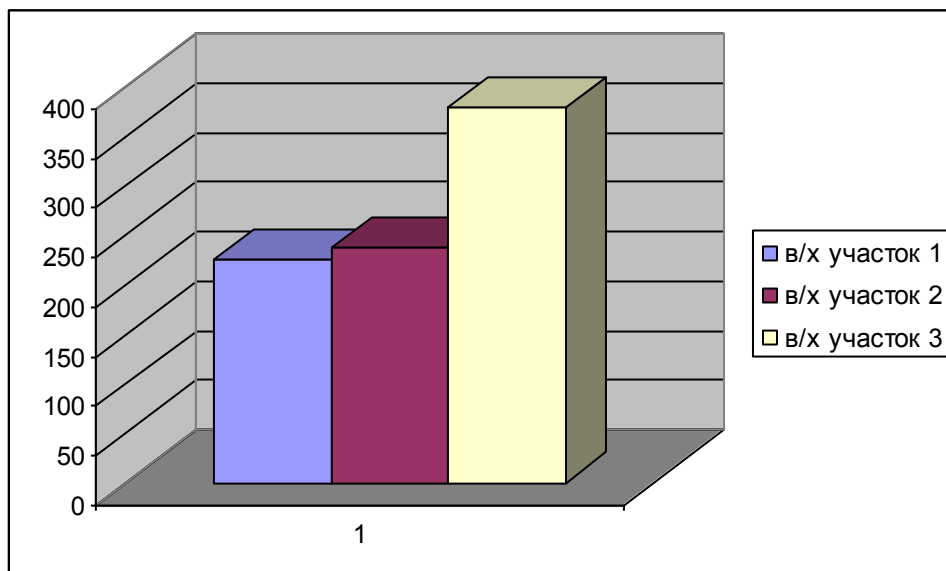


Рисунок 12.1 – Порівняння об'ємів води, необхідних для розведення до ГДК сумарної маси всіх речовин, які скидаються (W_1) для 3 водогосподарчих ділянок.

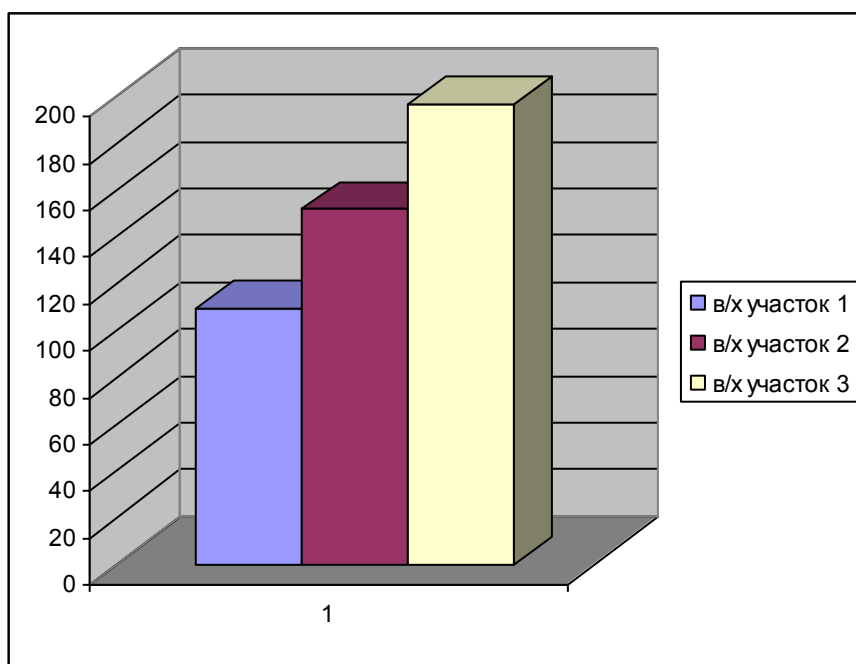


Рисунок 12.2 – Порівняння об'ємів води, необхідних для розведення до ГДК речовин групи, що лімітує, шкідливості, які скидаються (W_2) для 3 водогосподарчих ділянок.

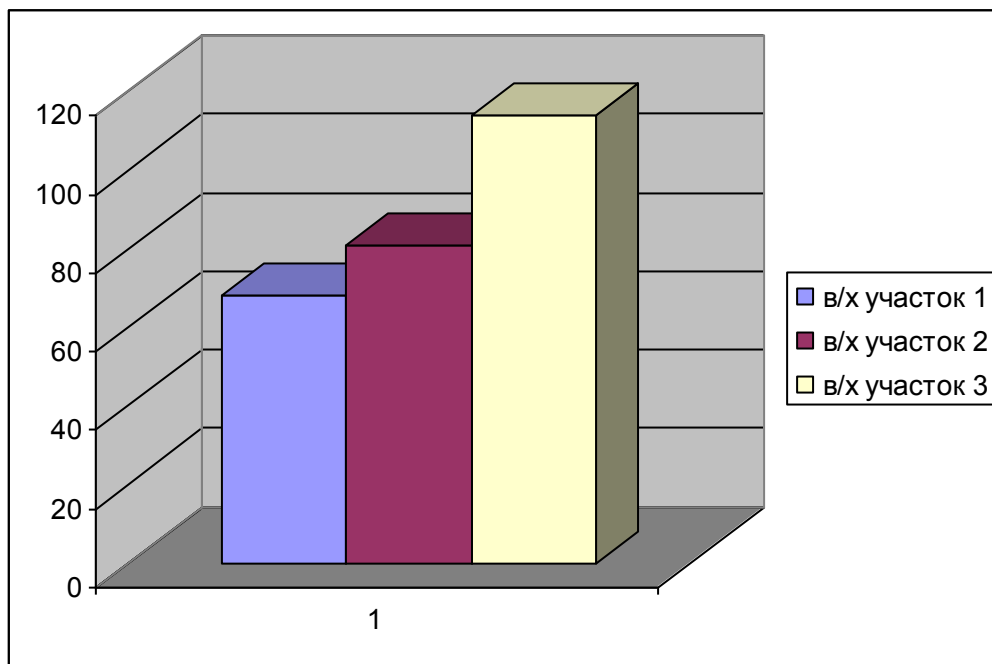


Рисунок 12.3 – Порівняння об'ємів води, необхідних для розведення до ГДК речовини, що диктує, які скидаються (W2) для 3 водогосподарчих ділянок.

2.1. Для 1-ої водогосподарчої ділянки диктуючим є санітарно – токсикологічний ЛПШ ($W_2^4 = 109,36$), для 2 – ої водогосподарчої ділянки диктуючим є органолептичний ЛПШ ($W_2^3 = 151,76$), для 3 – го водогосподарчої ділянки що диктує є органолептичний ЛПВ ($W_2^3 = 196,57$) (рис. 12.2).

2.2. Для 1-ої водогосподарчої ділянки речовиною, що диктує, є хром +6 ($W_3 = 68$), для 2-ої водогосподарчої ділянки речовиною, що диктує, є СПАР ($W_3 = 81$), для 3-ої водогосподарчої ділянки речовиною, що диктує, є хром +6 ($W_3 = 114$) (рис.12.3).

Отже, необхідно проаналізувати водогосподарчу діяльність водокористувачів на аналізованих ділянках і перевірити відповідність їхніх скидань стічних вод затвердженим ГДС і лімітам, а також запропонувати природоохоронні заходи, які б дозволили зменшити скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти.

3. При обмеженому фінансуванні в першу чергу необхідно впроваджувати природоохоронні заходи на водогосподарчій ділянці № 3, тому що саме на цій ділянці найбільше антропогенне навантаження (рис.12.1 - 12.3).

Питання для самоконтролю:

1. Характеризуйте область застосування УПС.
2. Який фізичний зміст має УПС ?
3. Яким образом урахується спільна дія забруднюючих речовин при розрахунку УПС?
4. Що характеризує УПС: антропогенне навантаження або вплив на якість води водного об'єкту?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”. – К.: Україна. – 1991. – 59с.
2. Закон України „Про охорону атмосферного повітря” // Відомості Верховної Ради України.- 1992.-№ 50
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998р. №391 “Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля”
4. Про екологічну експертизу: Закон України. // Відомості Верховної Ради України.- 1995.- № 8
5. Водний Кодекс України. Видання газети “Голос України”, 1995 .- 15 с
6. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов. ГОСТ 17.1.1.02.-77 [Текст] : справочник // Природоохранные нормы и правила проектирования. – М. : Стройиздат, 1990. – С.165-180.
7. Правила охраны поверхностных вод. - М.: Госкомприрода, 1991. - С. 26.
8. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения [Текст] : СанПиН 4630-88. – [Действительный от 1988-04-07]. – М. : Минздрав СССР, 1988. – 69 с
9. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод/Под редакцией А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.
- 10.Рекомендации по применению обобщенного показателя для оценки уровня загрязнения природных вод – коэффициента загрязнения [Текст]. – Харьков : ВНИИВО, 1982. – 30 с
- 11.Мороков В. В. Комплексные показатели в предплановых обоснованиях охраны вод в регионах. - Свердловск: Урал. науч. центр АН СССР, 1987.- 36 с.
- 12.Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М., 1990. – 98 с.
- 13.Верниченко А.А. Классификации поверхностных вод, основывающиеся на оценке их качественного состояния. // В кн.: Комплексные оценки качества поверхностных вод. Л., 1984. – С.14- 24.
- 14.Единые критерии качества вод. СЭВ, - М., 1982, 65с
- 15.Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Текст] / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк [та ін.]. – К. : Символ-Т, 1998. – 28 с
- 16.Романенко В.Д. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуарій України [Текст] / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк [та ін.]. – К. :ВІПОЛ, 2001. – 48 с
- 17.КНД 211.1.4.010-94. Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуарій України : Методика. – К.: Мінекобезпеки України, 1994. – 38 с.
- 18.Большаков А.М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения [Текст] / А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуцилло. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 255 с.
- 19.Киселев А.Ф. Оценка риска здоровью [Текст] / А.Ф. Киселев, К.Б. Фридман -

СПб, 1997. – 100 с.

20. Рыбалова О.В. Ранжирование бассейнов малых рек по показателю приемлемости риска здоровью населения при их рекреационном использовании [Текст]: сб. науч. тр. X юбилейной междунар. науч.-техн. конф. “Экология и здоровье человека, охрана водного и воздушного бассейнов, утилизация отходов”, г. Щелкино, АР Крым, 2002. – С.355 – 358
21. Рыбалова О.В. Оцінка якісного стану малих річок Харківської області на основі визначення потенційного ризику здоров'я населення [Текст] / О.В. Рыбалова, О.В. Козловська // Проблеми та перспективи розвитку забезпечення безпеки життєдіяльності : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. курсантів і студентів (29 березня 2012, м. Львів) / МНС України, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. – Львів, 2012. – С. 58-59.
22. Санитарная охрана атмосферного воздуха городов [Текст] / Р.С. Гиндельский, М.К. Недогибченко, М.А. Пинигин и др. - М.: Медицина, 1976. – 168 с
23. Збірник законодавчих нормативно-керівних та методичних документів по охороні атмосферного повітря. ВАТ УкрНТЕК. – Донецьк. – 1994. – 132с
24. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.11.2001р. №1598 “Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню”
25. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия загрязняющих веществ (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест. Донецк, ОАО УкрНТЭК, 1998 г
26. Инструктивно-методические рекомендации по гигиенической оценке степени загрязнения атмосферного воздуха.- М.: НИИОКГ им. А. Н. Сысина, 1987. – 19 с
27. Пенчева, П. К. Критерии комплексной оценки загрязнения атмосферы [Текст] // Гиг. и сан. – 1982. – № 9. – С. 74 –76
28. Пинигин, М.А. Оценка комбинированного действия атмосферных загрязнений при планировании и осуществлении воздухоохраных мероприятий [Текст] // Гиг. и сан. – 1985. – № 7. – С. 48 – 50
29. Расчет комплексного индекса загрязнения (ИЗА) на основе данных наблюдений. Временная методика. [Текст] / ГГО им. А. И. Воейкова. – Л., 1988. – 22с.
30. Методические указания МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест, утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 7 февраля 1999 г
31. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами" N 4266-87, утверждены МОЗ СССР от 13.04.87
32. Поддашкін О. В. Комплексна оцінка якісного стану ґрунтів Харківської області [Текст] / О. В. Поддашкін, О. В. Рыбалова // Екологія і здоров'я людини, охорона водного і повітряного басейнів, утилізація відходів : зб. наук. праць XV Міжнар. наук.-практ. конф. – Харків, 2007. – Т. 1. – С. 309-322
33. Оцінка та управління екологічним ризиком погіршення сучасного стану ґрунтів України як основа для вирішення регіональних проблем поводження з відходами [Текст] / О. В. Рыбалова, О. В. Поддашкін, Г. В. Півень [та ін.] // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки : зб. наук. праць УкрНДІЕП. – Харків, 2010. – Вип. XXXII. – С. 54-63
34. Рыбалова О.В. Екологічний ризик погіршення сучасного стану ґрунтів і земель-

- них ресурсів України [Текст] / Рибалова О. В., Белан С. В. // Научн. – произв. журнал «Экология и промышленность» Харьков, №3 – 2013, с.15-20
35. Екологічне законодавство України: зб. нормат. актів / Відп. ред. І.О. Заєць - К.: Юрінком Інтер, 2001. - 416 с.
 36. ПОДАТКОВИЙ КОДЕКС УКРАЇНИ. *Із змінами, внесеними згідно із Законами N 3609-VI від 07.07.2011 р.; N 4235-VI від 22.12.2011 р. ; N 4834-VI від 24.05.2012 р.; N 5083-VI від 05.07.2012 р. ; N 5503-VI від 20.11.2012 р.; N 404-VII від 04.07.2013 р.; N 422-VII від 04.07.2013 р.; N 657-VII від 24.10.2013 р.; N 1166-VII від 27.03.2014 р.; N 1191-VII від 08.04.2014 р.*
 37. Integrated Risk Information System (IRIS) [Електронний ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency. – Режим доступу: <http://www.epa.gov/iris>
 38. Toxicity Criteria Database [Електронний ресурс] // California Environmental Protection Agency (EPA). – Режим доступу: <http://www.oehha.org/risk/chemicalDB/index.asp>
 39. Wilson R. Particles on Our Air: Concentration and Health Effects [Text] / R. Wilson, J.D. Spengler. – Cambridge, Harvard University Press, 1996
 40. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. – 2004. – 143 с.
 41. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. Київ, 2007. - 40 с.
 42. ДБН А.2.2-1-2003. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні й будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держбуд України, 2004. – 23 с.
 43. Зміни та доповнення до п. 2.45 ДБН А.2.2-1-2003* “Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд”. – К. -2010 – 13 с.
 44. Лисиченко Г.В. Методологія оцінювання екологічних ризиків [Монографія] / Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль, С.В. Барабанов. – Одеса : Астропринт, 2011. – 368 с
 45. Научно-практические исследования по проблеме “Научные основы комплексной оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека” в 2001 г. [Текст] / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Е.А. Шашина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 87-89
 46. Рахманин Ю.А. Методологические аспекты оценки риска для здоровья населения при кратковременных и хронических воздействиях химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Текст] / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Г.И. Румянцев // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С.5-7
 47. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) (ДСП-201-97) (Із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я N 30 (v0030282-00) від 23.02.2000), затв. наказом МОЗ України 9.07.1997 р. N 201
 48. Рибалова О.В. Оцінка ризику виникнення надзвичайних ситуацій екологічного характеру в Луганській області [Текст] / Рибалова О. В., Белан С. В., Савічев А. А // Проблеми надзвичайних ситуацій : зб. наук. пр. / НУЦЗУ — 2013. – Вип. 17.

– С. 152 – 163

49. Dennis J. Paustenbach Human and ecological risk assessment. Theory and practice. – New York, 2002. – 635 p
50. Васенко О.Г. Методичні засади визначення екологічної небезпеки рекреаційного водокористування [Текст] / О.Г. Васенко, А.В. Коробкова, О.В. Рибалова // Екологія и промышленность. – 2013. – №4 – С. 42-47
51. Ієрархічний підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану екосистем поверхневих вод України [Текст] / О.Г. Васенко, О. В. Рибалова, О. В. Поддашкін [та ін.] // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки : зб. наук. праць УкрНДІЕП. – Харків, 2010. – Вип. XXXII. – С. 75-90
52. Рибалова О.В. Екологічна небезпека рекреаційного водокористування басейну річки Сіверський Донець в Чугуївському районі Харківської області [Текст] / О.В. Рибалова, О.В. Козловська, О.А. Ромашова : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студ. [«Екологічна безпека держави»], (16-18 квіт., 2013 р., м. Київ) / Національний авіаційний університет, 2013.
53. Рибалова О.В. Визначення небезпеки рекреаційного водокористування річки Сіверський Донець в межах Донецької області [Текст] / О.В. Рибалова, О.В. Козловська, О.А. Ромашова : матеріали II Міжнар. наук. конф. [«Екологія, неоекологія, охорона окружающей среды и сбалансированное природопользование»], (5-6 груд., 2013 р., м. Харків) / Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, 2013

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 - Варіанти для самостійного виконання практичної роботи № 1.

№ варі- анта	№ рік	Найменування рік		
		р.Вовча	р.Великий Бу- рлук	р.Тетлега
1	1, 2, 3			
2	2, 3, 4	р.Великий Бур- лук	р.Тетлега	р.Роганка
3	3, 4, 5	р.Тетлега	р.Роганка	р.Харків, гирло
4	4, 5, 6	р.Роганка	р.Харків, гир- ло	р.Немишля
5	5, 6, 7	р.Харків, гирло	р.Немишля	р.Мерефа
6	6, 7, 8	р.Немишля	р.Мерефа	р.Карамушкіна
7	7, 8, 9	р.Мерефа	р.Карамушкіна	р.Крайня Балак- лійка
8	8, 9, 10	р.Карамушкіна	р.Крайня Ба- лаклійка	р.Гнилиця
9	9, 10, 11	р.Крайня Балак- лійка	р.Гнилиця	р.Лозоватка
10	10, 11, 12	р.Гнилиця	р.Лозоватка	р.Сухий Торець
11	11, 12, 13	р.Лозоватка	р.Сухий То- рець	р.Орілька
12	12, 13, 14	р.Сухий Торець	р.Орілька	р.Багата
13	13, 14, 15	р.Орілька	р.Багата	р.Берестова
14	14, 15, 16	р.Багата	р.Берестова	р.Орчик
15	15, 16, 1	р.Берестова	р.Орчик	р.Вовча
16	16, 1, 2	р.Орчик	р.Вовча	р.Великий Бурлук
17	15, 2, 3	р.Берестова	р.Великий Бу- рлук	р.Тетлега

18	14, 3, 4	р.Багата	р.Тетлега	р.Роганка
19	13, 4, 5	р.Орілька	р.Роганка	р.Харків, гирло
20	12, 5, 6	р.Сухий Торець	р.Харків, гир- ло	р.Немишля
21	11, 6, 7	р.Лозоватка	р.Немишля	р.Мерефа
22	10, 7, 8	р.Гнилиця	р.Мерефа	р.Карамушкіна
23	9, 1, 2	р.Крайня Балак- лійка	р.Вовча	р.Великий Бурлук
24	8, 3, 4	р.Карамушкіна	р.Тетлега	р.Роганка
25	7, 5, 16	р.Мерефа	р.Харків, гир- ло	р.Орчик

Таблиця А.2 - Результати аналітичного контролю якісного стану малих річок Харківської області

Показники якості води, мг/л	Назва водного об'єкта							
	р.Вовча	р.Великий Бурлук	р.Тетлега	р.Роганка	р.Харків, гир- ло	р.Немишля	р.Мерефа	р.Карамушкіна
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сума іонів	361,5	1117,0	477,0	821,5	624,0	687,0	896,0	381,0
Сульфати	76,9	351,0	136,6	304,0	172,5	162,0	269,0	30,0
Хлориди	23,0	81,0	43,0	40,7	40,0	65,0	102,1	19,0
Кальцій	68,10	107,0	-	-	90,6	102,0	-	-
Магній	8,50	32,0	-	-	26,2	17,9	-	-
Амоній сольовий	0,546	0,63	0,177	0,08	0,80	0,34	0,88	1,95
Нітрити по NO ₂	0,098	0,41	0,011	0,02	0,10	0,20	0,30	0,09
Нітрати по NO ₃	8,83	1,24	1,263	2,0	1,65	4,80	1,20	2,6
Залізо загальне	0,78	-	-	-	0,11	0,36	0,31	0,1
Фосфати	0,92	1,89	0,717	-	0,79	1,51	2,42	2,15
БСК ₅	2,34	3,4	2,49	2,76	3,6	4,2	11,56	5,94
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ХСК	22,50	21,5	-	32,05	29,3	31,4	23,6	33,0
pH	7,48	7,95	7,85	7,38	8,13	8,20	7,72	7,70
Мідь	0,036	-	-	-	0,002	0,011	-	-
Цинк	0	-	-	-	0,021	0,02	-	-
Феноли	0	-	-	-	0,003	0,004	-	-
Нафтопродукти	0,25	-	0,066	-	0,21	0,18	-	-
СПАР	0,013	0,01	-	-	0,02	0,02	-	0,02
Марганець	-	-	-	-	-	-	-	-
Хром 6-ти валентний	0,002	-	-	-	0,006	0,006	-	-
Алюміній	-	-	0,193	-	-	-	0,033	-

Продовження табл. А.2

Показники якості води, мг/л	Назва водного об'єкта							
	р.Крайня Балаклійка	р.Гнилиця	р.Лозоватка	р.Сухий То- рець	р.Орілька	р.Багата	р.Берестова	р.Орчик
	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сума іонів	1955,0	1190,0	1210,0	2115,0	3240,0	2334,0	1300,0	1200
Сульфати	1093,0	619,0	564,0	581,0	1032,0	1080,0	600,0	470
Хлориди	58,0	32,0	139,0	263,0	711,0	185,0	120,0	100,0
Кальцій	-	-	-	262,0	-	-	-	-
Магній	-	-	-	17,2	-	-	60,0	48,0
Амоній сольовий	0,26	0,16	2,70	0,38	2,50	0,54	0,55	0,55
Нітриди по NO ₂	0,04	0,03	1,40	0,07	1,08	0,03	-	-
Нітрати по NO ₃	0,40	5,70	3,0	3,10	0,83	0,5	-	-
Залізо загальне	0,12	-	-	0,21	0,14	0,1	0,024	0,16
Фосфати	0,60	0,69	1,80	1,36	10,70	0,79	0,306	0,425
БСК ₅	4,60	5,20	8,0	3,1	6,30	3,10	7,20	8,10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ХСК	23,0	36,0	64,0	16,8	41,8	15,80	34,5	40,5
pH	7,75	8,10	-	8,10	7,80	8,20	7,80	7,90
Мідь	-	-	-	0,005	0,04	-	0,021	0,04
Цинк	-	-	-	0,023	-	-	-	-
Феноли	-	-	-	0	-	-	0,095	0,135
Нафтопродукти	-	-	-	0,07	-	-	-	-
СПАР	0,04	0,01	0,2	0,01	0,01	0,01	-	-
Марганець	-	-	-	-	-	-	-	-
Хром 6-ти валентний	-	-	-	-	-	-	-	-
Алюміній	-	-	-	-	-	-	-	-

ДОДАТОК Б

Якісний стан атмосферного повітря м. Харків за середньорічними показниками

Таблиця Б.1 - Варіанти для самостійного виконання практичної роботи № 1.

№ варіанта	№ посту	Найменування постів спостереження за якісним станом атмосферного повітря в м.Харкові		
1	9, 11, 12	Харків, пост 9	Харків, пост 11	Харків, пост 12
2	11, 12, 13	Харків, пост 11	Харків, пост 12	Харків, пост 13
3	12, 13, 16	Харків, пост 12	Харків, пост 13	Харків, пост 16
4	13, 16, 17	Харків, пост 13	Харків, пост 16	Харків, пост 17
5	16, 17, 18	Харків, пост 16	Харків, пост 17	Харків, пост 18
6	17, 18, 19	Харків, пост 17	Харків, пост 18	Харків, пост 19
7	18, 19, 21	Харків, пост 18	Харків, пост 19	Харків, пост 21
8	19, 21, 24	Харків, пост 19	Харків, пост 21	Харків, пост 24
9	21, 24, 9	Харків, пост 21	Харків, пост 24	Харків, пост 9
10	24, 9, 11	Харків, пост 24	Харків, пост 9	Харків, пост 11
11	9, 12, 16	Харків, пост 9	Харків, пост 12	Харків, пост 16
12	12, 16, 18	Харків, пост 12	Харків, пост 16	Харків, пост 18
13	16, 18, 21	Харків, пост 16	Харків, пост 18	Харків, пост 21
14	11, 13, 17	Харків, пост 11	Харків, пост 13	Харків, пост 17
15	13, 17, 19	Харків, пост 13	Харків, пост 17	Харків, пост 19
16	17, 19, 24	Харків, пост 17	Харків, пост 19	Харків, пост 24
17	16, 17, 18	Харків, пост 16	Харків, пост 17	Харків, пост 18
18	17, 18, 19	Харків, пост 17	Харків, пост 18	Харків, пост 19
19	18, 19, 21	Харків, пост 18	Харків, пост 19	Харків, пост 21
20	19, 21, 24	Харків, пост 19	Харків, пост 21	Харків, пост 24
21	21, 24, 9	Харків, пост 21	Харків, пост 24	Харків, пост 9
22	24, 9, 11	Харків, пост 24	Харків, пост 9	Харків, пост 11
23	9, 12, 16	Харків, пост 9	Харків, пост 12	Харків, пост 16
24	12, 16, 18	Харків, пост 12	Харків, пост 16	Харків, пост 18
25	16, 18, 21	Харків, пост 16	Харків, пост 18	Харків, пост 21
26	11, 13, 17	Харків, пост 11	Харків, пост 13	Харків, пост 17
27	13, 17, 19	Харків, пост 13	Харків, пост 17	Харків, пост 19

28	17, 19, 24	Харків, пост 17	Харків, пост 19	Харків, пост 24
29	18, 19, 21	Харків, пост 18	Харків, пост 19	Харків, пост 21
30	19, 21, 24	Харків, пост 19	Харків, пост 21	Харків, пост 24

Таблиця Б.1 - Результати аналітичного контролю якісного стану атмосферного повітря м. Харків за середньорічними показниками

Назва населеного пункту/ речовини	Середня концентрація, мг/м ³
Харків, пост 9	
01 завислі речовини	0,2408
02 двоокис сірки SO ₂	0,008
04 окис вуглецю	3,129
05 двоокис азоту NO ₂	0,026
10 фенол	0,0025
22 формальдегід	0,0037
Харків, пост 11	
01 завислі речовини	0,055
02 двоокис сірки SO ₂	0,008
04 окис вуглецю	1,785
05 двоокис азоту NO ₂	0,037
22 формальдегід	0,003
Харків, пост 12	
01 завислі речовини	0,059
02 двоокис сірки SO ₂	0,007
04 окис вуглецю	1,673
05 двоокис азоту NO ₂	0,0206
22 формальдегід	0,0022
Харків, пост 13	
01 завислі речовини	0,205
02 двоокис сірки SO ₂	0,0084
04 окис вуглецю	1,721
05 двоокис азоту NO ₂	0,031
06 окис азоту NO	0,021
10 фенол	0,0016
Харків, пост 16	
01 завислі речовини	0,085
02 двоокис сірки SO ₂	0,0084
04 окис вуглецю	1,706
05 двоокис азоту NO ₂	0,028

10 фенол	0,0022
22 формальдегід	0,004
Харків, пост 17	
01 завислі речовини	0,124
02 двоокис сірки SO ₂	0,009
04 окис вуглецю	1,999
05 двоокис азоту NO ₂	0,037
22 формальдегід	0,0029
Харків, пост 18	
01 завислі речовини	0,141
02 двоокис сірки SO ₂	0,011
04 окис вуглецю	2,259
05 двоокис азоту NO ₂	0,044
11 сажа	0,054
22 формальдегід	0,0038
Харків, пост 19	
01 завислі речовини	0,135
02 двоокис сірки SO ₂	0,009
04 окис вуглецю	2,181
05 двоокис азоту NO ₂	0,032
19 аміак NH ₃	0,011
Харків, пост 21	
01 завислі речовини	0,089
02 двоокис сірки SO ₂	0,0061
04 окис вуглецю	1,477
05 двоокис азоту NO ₂	0,018
08 сірководень	0,0006
Харків, пост 24	
01 завислі речовини	0,085
02 двоокис сірки SO ₂	0,01
03 сульфату розчинні	0,002
04 окис вуглецю	1,836
05 двоокис азоту NO ₂	0,035
19 аміак	0,009
22 формальдегід	0,003

Додаток В

Таблиця В.1 - Варіанти для самостійного виконання практичних робіт № 7 і 11.

№ варіанта	Найменування області
1	АР Крим
2	Вінницька
3	Волинська
4	Дніпропетровська
5	Донецька
6	Житомирська
7	Закарпатська
8	Запорізька
9	Івано - Франківська
10	Київська
11	Кіровоградська
12	Луганська
13	Львівська
14	Миколаївська
15	Одеська
16	Полтавська
17	Рівненська
18	Сумська
19	Тернопільська
20	Харківська
21	Херсонська
22	Хмельницька
23	Черкаська
24	Чернівецька
25	Чернігівська

Додаток В

Таблиця В.2 - Показники забруднення земельних ресурсів

Назва області	Радіацій- ний фон по області становить, мкР/год	Щіль- ність за- бруднен- ня цезієм – 137, Кі/км ²	Щіль- ність за- бруднен- ня строн- цієм - 90, Кі/км ²	Вміст хрому, (кратність переви- щення ГДК)	Вміст ко- бальту, (кратність переви- щення ГДК)	Вміст мі- ді, (крат- ність пе- ревищен- ня ГДК)	Вміст ци- нку, (крат- ність пе- ревищен- ня ГДК)	Вміст ні- келю, (кратність переви- щення ГДК)	Вміст мар- ганцю, (кратність переви- щення ГДК)	Вміст сви- нцю, (крат- ність пере- вищення ГДК)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
АР Крим				0,1	0,24		0,08	0,1		0,25
Вінницька	18	5	0,02 - 0,15	0,1	0,24	1	0,8	0,72	0,9	0,45
Волинська		0.01-1.22	до0,02	0,1	0,32	0,2	0,8	0,1	0,2	0,9
Дніпропетровська				0,1	0,4	0,8	1,5	0,2	1	1,5
Донецька				0,5	0,6	1,3	9	0,5	1,9	8,9
Житомирська		10		0,1	0,5	0,2	0,4	0,5	0,2	0,7
Закарпатська				0,25	0,56		0,05	0,5		0,9
Запорізька	13	1	0,01 -0,02	0,8	0,32		0,08	0,5		0,62
Івано - Франківська		5		0,25	0,5	1,4	0,6	0,3	0,4	1
Київська	18		0,15-3,0	0,25	0,4	0,5	0,4	0,2	0,3	0,9
Кіровоградська				0,12	0,3		0,05	0,1		0,25
Луганська			0,02-0,15	0,8	0,6	0,77	0,9	0,5		0,9
Львівська	17			0,1	0,24	1,2	0,5	0,3	0,3	1,1
Миколаївська	18			0,1	0,16		0,07	0,5		0,9
Одеська				0,25	0,24		0,05	0,1		0,25
Полтавська		1	0,15	0,1	0,24		0,2	0,2		0,25

Рівненська				0,2	0,154	0,5	0,3			0,27
Сумська				0,2	0,16		0,05	0,5		
Тернопільська	15					0,2	0,11			0,7
Харківська	<0,3						0,17	0,5		0,9
Херсонська	0,12			0,8	0,6	0,24	0,11	0,5		0,63
Хмельницька						0,6	1,1	0,4	0,5	1,4
Черкаська			0,15	0,8	0,5		0,1	0,5		0,2
Чернівецька				0,5	0,6		0,7	0,5		0,4
Чернігівська		0,32-0,72	0,07-0,22			0,1	0,3	0,1	0,2	0,5

Таблиця В.3 - Показники стану земельних ресурсів

Назва області	Територія області, км2.	Земельний фонд області, тис.га	Територія зайнята сільськогосподарськими землями, тис.га	Забудовані землі, тис.га	Інші землі (госп. двори, дороги, піски, яри тощо), тис.га	Нормативна господарська освоєність земель, %	Рілля, тис. га	Середній вміст гумусу, %	Площа лісів, тис. га	Відкриті заболочені землі, тис.га	Багаторічні насадження, тис.га	Сіножаті, тис.га	Пасовища, тис.га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
АР Крим	26081	2608,1	1796,7	110,2	125,3	45	1268,3	2,3	300,1	5,1	77,7	2	437,7
Вінницька	26518	2605,9	2068,9	106,7	49,4	70	1728,1	2,76	378,7	29,1	50,3	50,3	187,4
Волинська	20100	2014,4	1050,3	59,2	93,1	70	675	1,61	696,5	116,7	11,4	158	209,7
Дніпропетровська	31923	3035,6	2514,3	190,3	269	70	2126,2	4	191,8	26,6	55	17,8	315,3
Донецька	26517	2609,3	2041,2	199,2	154,7	70	1652,4	4,17	204	10,2	57,9	42,4	287,8
Житомирська	29827	2982,7	1587,8	88,7	62,4	70	1098,8	1,5	1082,2	100,9	23,3	133	194,9

Закарпатська	12800	1275,3	451,7	47,1	32,4	45	199,8	2,6	724,3	0,8	26,8	95,2	130,7
Запорізька	27200	2718,3	2243,99	93,35	254,86	70	1905,15	3,22	116,928	7,222	39	82,2	220,3
Івано - Франківська	13980	1392,8	631,5	62,2	60,3	70	383,6	2,1	636	2,7	16,3	83,2	129,8
Київська	28121	2812,1	1664,2	127,5	146,7	70	1355,5	2,99	648,8	49,7	44,7	117,3	136,4
Кіровоградська	24588	2458,8	2037,2	88,7	60	70	1763,3	4,58	184,3	10,6	25,8	24,2	227,5
Луганська	26700	2668,3	1909,4	128,3	188,8	70	1 315,20	4,28	355,1	16,3	30,7	86,1	462,7
Львівська	21831	2140,3	1265	112,2	59,2	55	796,1	2,6	694,56	9,4	23	188,8	258,9
Миколаївська	24586	2458,5	2008,5	98,2	207,8	70	1698,1	3,3	122,8	21,2	36,2	4,1	269,4
Одеська	33314	3331,3	2592,8	129,1	313,3	70	2071,9	3,8	223,9	72,2	89,4	50,8	354,8
Полтавська	28751	2875,1	2168,2	118,1	71,1	70	1770,5	4	283,8	85,4	29	159,1	197,3
Рівненська	20051	2005,1	931,1	56,4	65,7	55	657,3	2,5	803,7	104,9	11,8	128,5	134
Сумська	23832	2383,2	1699,6	84,2	165,7	70	1226,7	3,2	459,4	62,7	24,4	275	168,5
Тернопільська	13824	1382,4	1048,4	62,8	45,1	55	854,3	3,2	201,1	5,6	15,3	29,5	144,8
Харківська	31419	3141,8	2479,8	121,7	93,9	70	1926,9	5	416,4	30,8	49,3	120	308
Херсонська	28461	2846,1	1969,5	71,3	113,3	70	1776,8	2,4	152	29,8	26,6	10,4	155,7
Хмельницька	20629	2020,5	1568	84,6	60,4	70	1254,3	2,17	287,3	20,2	41,2	135,1	137,1
Черкаська	20916	1925,3	1451	84,15	187,47	70	1271,57	4	338,57	30,46	26,99	143,6	78,7
Чернівецька	8096,4	790,8	470,4	39,6	21,7	70	331,7	2,4	257,9	1,2	29,4	41,1	68,8
Чернігівська	31903	3122,3	2147,3	99,8	84,6	70	1410,4	2,2	738,1	130,1	24,4	322,6	291,6
Україна		60355	42893,5				32446,2				898,7	2423	5516

Стій- кість грун- тів щодо підки- слен- ня, бал	Стій- кість грунті- в щодо піду- ження, бал	Опти- маль- на для даного регіону лісис- тість, %	Опти- мальна для да- ного регіону лісис- тість, тис.га	Землі приро- дно- запові- дного фонду, тис.га	Землі, піддані водній ерозії всього (змиті), тис.га	Землі, еродовані вітром всього, тис. га	Площа ма- лопродук- тивних та деградава- них с г зе- мель, тис.га	Сільсько- господар- ські угід- дя , тис.га	Площа зсувів, км2.	Площа карстів, км ²	Площа підто- плення , км ²	Площа інших небез- печних проце- сів, км ²	Варіант
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	4	19	495,54	150,82	99,4	1242,30	870,30	1796,7	56,35			745	1
4	1	16	416,94	56,41	606,0	0,10	741,00	2016,5	16,5				2
4	2	37	745,33	237,39	104,2	258,20	33,40	1050,3				3042	3
1	3	8	242,85	68,77	1083,9	20,90	30,07	2514,6	20,84	0	1980	0	4
1	3	12	313,12	91,76	1110,3	0,00	205,80	2041,2	9,03	0,9113	1659,8	69,7	5
5	2	37	1103,60	135,30	83,9	3,50	85,75	1587,8	0,268				6
4	1	55	701,42	176,75	82,5	0,00	0,50	451,7	384,8	0,212	0,92	1803	7
1	3	5	135,91	149,09	799,1	413,61	1289,15	2244	3,6			2,68	8
4	1	49	682,47	218,82	59,5	0,00	138,10	631,5	301	682		724,5	9
3	1	25	703,03	112,55	602,8	55,50	81,40	1664,2	18,3		20,78		10
1	3	11	270,47	98,24	1045,6	0,00	0,09	2037,2	1980			11117	11
1	3	16	426,93	85,02	895,4	359,10		1909,4	6,62	19700	112,7		12
4	2	30	642,09	148,57	300,6	41,90	11,64	1265	600	4890	248,7	62	13
1	4	7	172,10	100,79	750,2	44,00	246,40	2008,5	8,96		17033	8200	14
1	4	9	299,82	154,58	955,1	0,50	83,76	2592,8	66,3		20575	12800	15
2	4	15	431,27	142,43	369,0	380,00	54,85	2168,2	63,9		146,8		16
4	3	40	802,04	181,40	130,9	5,70	2,84	931,1		4826	3379,3	8899	17
2	2	21	500,47	176,44	173,8	21,20	220,19	1700,5	7,425		473,85		18

4	1	20	276,48	122,57	215,5	0,00	21,10	1048,4	20	13800			19
2	3	15	471,27	72,70	886,1	70,40	20,31	2418,3	40,2	31,34	122		20
1	5	8	227,69	272,70	441,9	1689,30	599,60	1969,5	0,851		547,3	550	21
3	2	17	343,49	306,50	664,2	0,00	373,70	1568	20,98	16	59,97	0	22
3	2	16	308,05	72,11	31,9	23,66	470,60	1451,3	38,01	0	60,2	0	23
4	1	33	260,96	110,59	198,4	0,00	31,95	470,4	730,2	237	0	255,54	24
4	2	23	718,13	253,40	50,9	7,90	4,45	2069	0,027	31810	400	0	25

ДОДАТОК Г

Визначення небезпеки підвищення захворюваності населення по хворобам органів та систем людини за референтними концентраціями (RfC)

Таблиця Г.1 – Референтні концентрації (RfC) при хронічному пероральному потраплянні в організм людини

Назва речовини	Rfc, мг\л.	Органи та системи організму людини
Сухий залишок	1000	ендокринна система
БСК 5	4,48	ендокринна система, органи травлення
ХСК	30	ендокринна система, органи травлення
Хлориди	350	ЦНС, печінка, шлунок
Сульфати	500	кров, ендокринна система, косна система
Магній	11	ендокринна система, органи травлення
Кальцій	41,4	нирки
Азот амоній-ний	2	анемія, різні дерматити
Азот нітритний	1	кров
Азот нітратний	10,2	кров, серцево -судинна система
Фосфати	3,5	косна система
Залізо загальне	0,3	слизуваті, шкіра, імунітет
Мідь	0,19	шлунково - кишковий тракт, печінка
Марганець	0,14	ЦНС, кров
Цинк	0,3	кров, ендокринна система.
Хром загаль-ний	0,005	печінка, нирки,,слизуваті, шлунково - кишковий тракт
Нафтопродукти	0,3	нирки
СПАР	0,5	органи дихання, шкіра.

Додаток Д
Скид забруднюючих речовин в водні об'єкти

Таблиця Д.1 – Варіант № 1

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речовини, тис.т/ год	W=М _i /ГДК _i км ³ /год	М _i речовини, тис.т/ год	W=М _i /ГДК _i км ³ /год	М _i речовини, тис.т/ год	W=М _i /ГДК _i км ³ /год
БСК	Заг. сан.	3,0	100		60		40	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.5		0.9		0.8	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	150		210		100	
Хлориди	Органолепт	350.0	300		540		450	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	10		45		25	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	8		90		56	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	40		56		35	
СПАР	Органолепт	1.0	0.63		0.67		0.98	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	0.3		15		0.6	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.004		0.01		0.002	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0006		0.0003		0.0004	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.1		0.04		0.001	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.34		2.8		4.9	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	8.7		4.1		7.5	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	0.6		5.8		3.4	
Ртуть	Сан. токсик.	0.0005	0.0001		0.0004		0.006	
Q _{95%} , км ³ /рік			10.5		8		15	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.2 – Варіант № 2

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речовини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	142		20		50	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	14		7		9	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	530		2324		2000	
Хлориди	Органолепт	350.0	1500		4205		1600	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	30		51		40	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	126		8		75	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	26		270		300	
СПАР	Органолепт	1.0	3		81		90	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	75		0.4		0.5	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.007		0.9		0.1	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0004		0.0001		0.05	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.5		0.03		0.02	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	3.4		2.6		5.7	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	0.8		6.5		4.8	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	5		3		8	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.0004		0.0009		0.007	
Q _{95%} , км ³ /рік			16		34		18	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.3 – Варіант № 3

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	150		16		80	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	2.1		0.1		3	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	470		200		500	
Хлориди	Органолепт	350.0	820		300		650	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	50		1		25	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	30		10		15	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	30		23		45	
СПАР	Органолепт	1.0	1		0.5		2	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	5		2		8	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	10		0.9		0.5	
Феноли	Органолепт	0.001	0.007		0.006		0.007	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	1		0.06		2	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.2		0.01		0.003	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	1.5		0.9		1.3	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	3		0.5		4	
Ртуть	Сан. токсик.	0.0005	0.00001		0.00001		0.001	
Q _{95%} , км ³ /рік			11.9		5.7		7	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.4 – Варіант № 4

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	300		30		150	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	25		10		15	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	500		150		300	
Хлориди	Органолепт	350.0	10000		40		1500	
Азот ам-мон.	Органолепт	1.0	5		75		45	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	5		100		68	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	15		250		325	
СПАР	Органолепт	1.0	0.3		66		56	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	28		48		68	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.02		1		1.5	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0005		0.001		0.003	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.08		0.9		0.6	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.9		4		6	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	7		8		9	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	4		10		12	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.01		0.01		0.1	
Q _{95%} , км ³ /рік			11.1		3.8		6.2	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.5 – Варіант № 5

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	200		27		150	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	40		0.35		20	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	300		153		256	
Хлориди	Органолепт	350.0	800		135		666	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	15		0.95		13	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	120		22		500	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	50		14		35	
СПАР	Органолепт	1.0	2		0.63		6	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	80		1.4		2	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.05		0.05		0.002	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0005		0.07		0.008	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.06		0.04		0.1	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.7		0.09			
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	6		0.51		7	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	5		0.43		0.6	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.001		0.06		0.008	
Q _{95%} , км ³ /рік			11.8		3.6		32.4	
U ₂								

U ₃								
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблиця Д.6 – Варіант № 6

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	350		170		120	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	25		5		78	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	400		100		400	
Хлориди	Органолепт	350.0	800		300		900	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	5		50		75	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	130		60		90	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	60		200		140	
СПАР	Органолепт	1.0	15		30		24	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	70		5		60	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.05		1		3	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0005		0.001		0.005	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.1		0.6		0.004	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.9		4		3	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	3		7		9	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	4		9		3	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.001		0.001		0.001	
Q _{95%} , км ³ /рік			16.2		11.5		24.9	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.7 – Варіант № 7

Таблиця Д.8 – Варіант № 8

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	250		50		130	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	30		10		40	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	500		200		460	
Хлориди	Органолепт	350.0	900		300		600	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	20		60		40	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	140		20		78	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	30		200		158	
СПАР	Органолепт	1.0	6		20		35	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	60		5		16	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.07		1		2	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0005		0.001		0.01	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.1		0.6		0.6	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.9		4		0.9	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	2		9		10	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	4		8		6	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.001		0.001		0.008	
Q _{95%} , км ³ /рік			32		10.3		15.9	
U ₂								
U ₃								

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	300		30		170	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	10		9.0		6	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	590		198		389	
Хлориди	Органолепт	350.0	1000		200		1700	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	70		5		56	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	120		73		87	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	50		26		62	
СПАР	Органолепт	1.0	25		14		52	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	12		6		21	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.3		0.08		0.005	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0009		0.0003		0.004	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.06		0.04		0.05	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	2		1		6	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	2.8		1.5		3.8	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	3		2.4		2.5	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.0009		0.0001		0.0005	
Q _{95%} , км ³ /рік			20.4		6.7		9	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.9 – Варіант № 9

Таблиця Д.10 – Варіант № 10

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	200		50		158	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	30		18		70	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	600		1550		1220	
Хлоріди	Органолепт	350.0	2000		400		500	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	15		45		35	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	30		10		69	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	45		55		49	
СПАР	Органолепт	1.0	14		77		34	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	24		58		85	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.07		0.08		0.009	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0009		0.0008		0.0006	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.06		0.7		0.8	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	4		3		8	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	5		9		10	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	6		7		8	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.0008		0.0007		0.0009	
Q _{95%} , км ³ /рік			20.3		10.5		15.7	
U ₂								
U ₃								

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	400		12		100	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	10		0.5		0.2	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	580		120		765	
Хлориди	Органолепт	350.0	1000		350		403	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	60		10		67	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	120		25		54	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	50		35		78	
СПАР	Органолепт	1.0	13		0.5		7	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	10		25		15	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.2		0.01		0.03	
Феноли	Органолепт	0.001	0.0002		0.00011		0.0004	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.05		0.04		0.03	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	2		0.5		0.05	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	3		1		8	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	2.5		0.9		0.6	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.0009		0.0001		0.0009	
Q _{95%} , км ³ /рік			33		4.5		8	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.11 – Варіант № 11

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	26		103		154	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.3		0.1		0.8	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	156		120		180	
Хлориди	Органолепт	350.0	130		300		200	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	0.9		1.5		2.3	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	2		10		20	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	13		30		15	
СПАР	Органолепт	1.0	0.03		0.5		0.6	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	1		0.9		21	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.04		0.07		0.08	
Феноли	Органолепт	0.001	0.06		0.03		0.08	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.07		0.02		0.09	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.01		0.005		0.005	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	0.5		1		6	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	0.4		0.9		0.5	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.03		0.01		0.1	
Q _{95%} , км ³ /рік			14.5		20.3		30	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.12 – Варіант № 12

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	250		30		169	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	3.1		1		6	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	570		160		376	
Хлориди	Органолепт	350.0	920		200		1079	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	60		0.9		1	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	130		3		67	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	40		14		41	
СПАР	Органолепт	1.0	13		0.05		31	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	9		2		29	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	20		0.04		18	
Феноли	Органолепт	0.001	0.07		0.06		0.07	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	2.1		0.06		0.04	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.2		0.02		0.2	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	2.7		0.5		0.9	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	3		0.3		7	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.03		0.03		0.06	
Q _{95%} , км ³ /рік			11.4		4.5		7	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.13 – Варіант № 13

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	350		40		250	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	20		10		30	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	800		200		400	
Хлориди	Органолепт	350.0	1500		350		1000	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	100		13		25	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	150		75		75	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	55		24		42	
СПАР	Органолепт	1.0	15		6		51	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	14		7		47	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.3		0.05		0.6	
Феноли	Органолепт	0.001	0.01		0.0005		0.007	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.08		0.02		0.06	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	3		1		6	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	4		1.5		5	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	3		2		9	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.007		0.0001		0.0005	
Q _{95%} , км ³ /рік			20		5.8		8	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.14 – Варіант № 14

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	350		300		600	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	13		40		41	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	600		300		100	
Хлориди	Органолепт	350.0	1500		500		1789	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	75		55		88	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	140		100		479	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	45		210		435	
СПАР	Органолепт	1.0	15		60		46	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	10		40		78	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.2		0.05		0.1	
Феноли	Органолепт	0.001	0.001		0.00011		0.005	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.5		3		7	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	4		7		6	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	6		5		9	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	7		0.0009		0.007	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.0005		0.0001		0.003	
Q _{95%} , км ³ /рік			25.1		5.5		35	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.15 – Варіант № 15

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	15		980		954	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.7		23		19	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	110		5300		3700	
Хлориди	Органолепт	350.0	90		8300		5400	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	5		570		550	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	30		950		940	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	21		380		354	
СПАР	Органолепт	1.0	0.01		147		133	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	17		93		91	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.5		218		216	
Феноли	Органолепт	0.001	0.16		0.21		0.1	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.9		19		15	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.1		2.1		2.0	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	3.9		40		37	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	3.7		37		34	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.08		0.1		0.09	
Q _{95%} , км ³ /рік			3.5		45		42	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.16 – Варіант № 16

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	101		980		140	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.14		23		0.3	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	124		5300		150	
Хлориди	Органолепт	350.0	303		8300		380	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	1.54		570		2.0	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	12		950		27	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	35		380		43	
СПАР	Органолепт	1.0	0.53		147		1.8	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	0.92		93		2.1	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.02		218		1.0	
Феноли	Органолепт	0.001	0.04		0.21		1.7	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.03		19		1.5	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.05		2.1		0.7	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	1.4		40		1.3	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	0.94		37		2.1	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.002		0.1		0.6	
Q _{95%} , км ³ /рік			1.4		5.9		1.7	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.17 – Варіант № 17

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	24		103		120	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.35		0.1		0.2	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	158		120		143	
Хлориди	Органолепт	350.0	134		300		367	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	0.8		1.5		1.7	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	2.6		10		14	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	18		30		37	
СПАР	Органолепт	1.0	0.05		0.5		0.9	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	1.5		0.9		1.6	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.03		0.07		0.09	
Феноли	Органолепт	0.001	0.07		0.03		0.08	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.04		0.02		0.06	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.03		0.005		0.03	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	0.47		1		1.3	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	0.53		0.9		1.4	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.02		0.01		0.09	
Q _{95%} , км ³ /рік			1.3		5.8		6.2	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.18 – Варіант № 18

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	100		980		873	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	1		23		19	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	600		5300		3700	
Хлориди	Органолепт	350.0	500		8300		4200	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	3		570		389	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	7		950		798	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	50		380		268	
СПАР	Органолепт	1.0	0.1		147		123	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	3.5		93		74	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.1		218		132	
Феноли	Органолепт	0.001	0.05		0.21		0.12	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.5		19		15	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.05		2.1		1.7	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	1.2		40		37	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	1		37		26	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.1		0.1		0.07	
Q _{95%} , км ³ /рік			1.4		7.2		5.6	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.19 – Варіант № 19

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	24		254		237	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.25		3.3		2.6	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	154		578		478	
Хлориди	Органолепт	350.0	133		923		845	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	0.92		62		57	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	2.4		135		135	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	12		44		37	
СПАР	Органолепт	1.0	0.02		12		12	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	1		9.4		8	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.02		22		17	
Феноли	Органолепт	0.001	0.07		0.06		0.04	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.06		2.2		1.8	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.01		0.3		0.1	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	0.7		2.8		2.5	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	0.54		3.4		2.1	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.03		0.02		0.02	
Q _{95%} , км ³ /рік			12.4		26		23	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.20 – Варіант № 20

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=М _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	15		3.7		14	
О ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.7		1.1		0.5	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	110		450		103	
Хлориди	Органолепт	350.0	90		380		84	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	5.0		0.3		4.6	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	30		1.1		26	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	21		5		18	
СПАР	Органолепт	1.0	0.01		1.7		0.02	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	17		1		15	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.5		1.7		0.2	
Феноли	Органолепт	0.001	0.16		0.15		0.14	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.9		0.25		0.7	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.1		0.07		0.2	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	3.9		1.1		3.5	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	3.7		0.8		3.6	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.08		0.007		0.06	
Q _{95%} , км ³ /рік			15		3		13.7	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.21 – Варіант № 21

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речовини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	13		3.4		297	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.5		1.5		2.7	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	115		454		479	
Хлориди	Органолепт	350.0	95		386		848	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	5.5		0.4		54	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	35		1.3		165	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	24		5.2		77	
СПАР	Органолепт	1.0	0.001		1.8		18	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	16		1.2		9	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.3		1.9		27	
Феноли	Органолепт	0.001	0.13		0.25		0.4	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.6		0.15		1.9	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.2		0.24		0.4	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	3.5		1.2		2.6	
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	3.6		0.7		2.2	
Ртуть	Сан. токсик.	0.0005	0.06		0.07		0.12	
Q _{95%} , км ³ /рік			14.1		4.3		24	9.2

U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.22 – Варіант № 22

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	23		251		3.9	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.2		3.4		1.2	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	155		576		456	
Хлориди	Органолепт	350.0	133		927		389	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	0.7		62		0.45	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	2.6		137		1.8	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	15		45		5.8	
СПАР	Органолепт	1.0	0.02		14		1.95	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	1.4		10		1.1	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.05		23		1.83	
Феноли	Органолепт	0.001	0.07		0.078		0.19	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.03		2.5		0.26	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.2		0.5		0.04	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	0.51		2.8		1.5	
Мідь	Органолепт	1.0	0.3		3.4		0.9	

	Заг. сан.						
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.04		0.07		0.009
Q _{95%} , км ³ /рік			11		28		4
U ₂							
U ₃							

Таблиця Д.23 – Варіант № 23

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	26		260		12	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.3		3.1		0.6	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	156		570		116	
Хлориди	Органолепт	350.0	130		920		98	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	0.9		60		5.8	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	2		130		34	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	13		40		29	
СПАР	Органолепт	1.0	0.03		13		0.006	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	1		9		13	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.03		20		0.5	
Феноли	Органолепт	0.001	0.06		0.07		0.17	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.06		2.1		0.8	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.1		0.3		0.4	
Цинк	Сан. токсик. Заг. сан.	1.0	0.5		2.7		3.7	

Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	0.4		3.0		3.9	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.004		0.03		0.04	
Q _{95%} , км ³ /рік			10		27.7		13	
U ₂								
U ₃								

Таблиця Д.24 – Варіант № 24

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	28		105		18	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	0.35		0.4		0.68	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	159		125		119	
Хлориди	Органолепт	350.0	135		306		99	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	0.96		1.6		5.7	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	2.5		15		38	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	17		33		27	
ПАВ	Органолепт	1.0	0.09		0.53		0.009	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	1.4		0.91		15	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.07		0.08		0.56	
Феноли	Органолепт	0.001	0.08		0.04		0.18	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.09		0.06		0.82	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.3		0.009		0.43	
Цинк	Сан. токсик.	1.0	0.53		1.3		3.75	

	Заг. сан.						
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	0.65		0.3		3.87
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.007		0.05		0.06
Q _{95%} , км ³ /рік			12.4		5.3		14.2
U ₂							
U ₃							

Таблиця Д.25 – Варіант № 25

Перелік речовин, що скидаються	ЛПШ	ГДК, мг/л	Водогосподарча ділянка №1		Водогосподарча ділянка №2		Водогосподарча ділянка №3	
			М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речови- ни, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік	М _i речо- вини, тис.т/ рік	W=M _i /ГДК _i км ³ /рік
БСК	Заг. сан.	3,0	149		27		15	
O ₂	Заг. сан. Рибогосп.	>4.0 >6.0	121		21		0.78	
Сульфати	Органолепт Заг. сан.	500.0	3050		1020		159	
Хлориди	Органолепт	350.0	1240		1100		97	
Азот аммон.	Органолепт	1.0	28		59		5.5	
Нітрити	Сан. токсик.	3.3	56		102		36	
Нітрати	Сан. токсик.	45.0	94		207		29	
СПАР	Органолепт	1.0	17		5		0.007	
Фосфати	Заг. сан.	3.5	9		15		14	
Нафтопродукти	Заг. сан. Рибогосп.	0.1	0.9		1.3		0.76	
Феноли	Органолепт	0.001	0.03		0.1		0.15	
Хром +3	Сан. токсик.	0.5	0.01		1.1		0.84	
Хром +6	Сан. токсик.	0.05	0.005		0.7		0.48	
Цинк	Сан. токсик.	1.0	1.2		0.02		3.74	

	Заг. сан.							
Мідь	Органолепт Заг. сан.	1.0	0.9		0.01		3.78	
Ртуть	Сан. токсик	0.0005	0.003		0.0001		0.04	
$Q_{95\%}, \text{ км}^3/\text{рік}$			17		2.7		13.3	
U_2								
U_3								

Підп. до друк 24.07.14. Формат 60x84 1/16.
Папір 80г/м² Друк ризограф. Умовн.-друк. арк. 1,6.
Тираж 200 прим. Вид. № 05/13. Зам. № 520/13.

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94.