

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ6- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 12 вересня 2024 р.
№5

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА І УПРАВЛІННЯ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 103 «Науки про Землю»
освітньо-професійна програма «Управління земельними і
водними ресурсами»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра наук про Землю

Схвалено на засіданні кафедри
екології та природоохоронних
технологій
26 серпня 2024 р., протокол №
08

д.т.н., професор кафедри екології та природоохоронних технологій
ЛУНЬОВА Оксана

к.с.-г.н, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
ГЕРАСИМЧУК Людмила;

к.с.-г.н, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій ВАЛЕРКО
Руслана.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК36- 01-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 75 / 2</i>

Методичні рекомендації призначені для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Екологічна безпека і управління» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальностей 103 «Науки про Землю», освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами» (Автори: Луньова О.В., Герасимчук Л. О., Валерко Р. А.), 2024. 74 с.

Рецензенти:

Рецензенти:

д.т.н., проф., завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій ПАЦЕВА Ірина.

кт.н. доц., завідувач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. БАШИНСЬКИЙ Сергій

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК36- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 3

ЗМІСТ

	Стор.
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1. ОЦІНКА ЗБИТКІВ ВІД НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО І ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. РИЗИКИ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ ЇХ ОЦІНКИ	12
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3. ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	27
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4. ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД СПОЖИВАННЯ ХЛОРОВАНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ	53
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5. ОЦІНКА РИЗИКУ ВПЛИВУ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОГО ОРГАНІЗМУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	59
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ У ВСТАНОВЛЕННІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ЯКІСТЮ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ І ЗАХВОРЮВАНІСТЮ НАСЕЛЕННЯ	66

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК36- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 4

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ОЦІНКА ЗБИТКІВ ВІД НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО І ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ

Мета роботи: ознайомитися з Постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. № 175 „Про Методику оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру”.

Завдання роботи: керуючись Методикою оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, навчитись визначати розміри збитків від наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, завданих здоров'ю людей та об'єктам національної економіки.

Загальні поняття

Методику оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру розроблено з метою визначення розмірів збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру (далі – НС), завданих здоров'ю людей та об'єктам національної економіки.

Усі збитки поділяються на види залежно від завданої фактичної шкоди, зокрема від:

- втрати життя та здоров'я населення (Нр);
- руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції (Мр);
- невироблення продукції внаслідок припинення виробництва (Мп);
- вилучення або порушення сільськогосподарських угідь (Рс/г);
- втрат тваринництва (Мтв);
- втрати деревини та інших лісових ресурсів (Рл/г);
- втрат рибного господарства (Рр/г);
- знищення або погіршення якості рекреаційних зон (Ррек);
- забруднення атмосферного повітря (Аф);
- забруднення поверхневих і підземних вод та джерел, внутрішніх морських вод і територіального моря (Вф);
- забруднення земель несільськогосподарського призначення (Зф);
- збитки, заподіяні природно-заповідному фонду (Рпзф).

Відповідно до територіального поширення та обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, за класифікаційними ознаками визначаються чотири рівні НС – державний, регіональний, місцевий та об'єктовий.

Порядок розрахунку збитків за типами надзвичайних ситуацій

Загальний обсяг збитків від наслідків НС розраховується як сума основних локальних збитків. Розрахунок збитків (З) при НС проводиться за такою загальною формулою, складові якої визначені вище:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК36- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 5

$$З = Нр + Мр + Мп + Рс/г + Мтв + Рл/г + Рр/г + Ррек + Рпзф + Аф + Вф + Зф \quad (1)$$

Для кожного типу НС згідно з класифікатором НС встановлюється перелік основних характерних збитків щодо кожного рівня НС залежно від масштабів шкідливого впливу. Основні типи НС визначені постановою Кабінету Міністрів України від 15 липня 1998 р. № 1099 „Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій”.

Для кожного типу та виду НС залежно від їх рівня визначаються основні види збитків. Ці види за типами та масштабами НС наведені у таблиці 1 (прямим шрифтом виділено збитки, які необхідно обов'язково розраховувати, курсивом** – збитки, що мають місце у деяких окремих випадках).

Таблиця 1. Основні види збитків, характерних для різних типів НС

Типи НС	Рівень НС			
	об'єктовий	місцевий	регіональний	державний
Надзвичайні ситуації техногенного характеру				
Транспортні аварії	Нр Мр Мп; (Аф Вф Зф)	Нр Мр Мп; (Рр/г Аф Вф Зф)		
Пожежі та вибухи	Нр Мр Мп; (Аф Вф Зф)	Нр Мр Мп Аф;(Рр/гВф Зф)	Нр Мр МпАф Вф Зф; (Рс/г Рл/г Рр/г Ррек Рпзф)	
Аварії з викидом (загрозою викиду) СДОР, РР, БНР	Нр Мп Мр Аф Вф; (Рр/г Ррек Рс/г Рл/г)	Нр Мр Рр/г Ррек Мп Аф Вф; (Рс/г Рл/г Рпзф Зф)	Нр Мр Рр/г Ррек Рс/г Рл/г Рпзф Мп Аф Вф Зф	Нр Мр Рр/г Ррек Рс/г Рл/г Рпзф Аф Вф Зф
Раптове руйнування споруд	Мр Нр Мп			
Аварії на об'єктах електроенергетики	Мр Мп;(Нр)		Мр Нр	
Аварії на комунальних системах життєзабезпечення	Мр Нр Мп Вф;(Зф)	Мр Нр Мп Вф Зф	Нр Мр Рр/г Ррек Мп Вф Зф	Нр Мр Рр/г Ррек Мп Вф Зф; (Рс/г Рл/г Рпзф)
Аварії на очисних спорудах	Мр Нр Мп Аф Вф Зф		Нр Мр Рр/г Ррек Рс/г Рл/г Рпзф Мп Аф Вф Зф	
Гідродинамічні аварії	Мр Нр Мп; (Ррек Рс/г Рл/г Рпзф Вф)	Мр Нр Мп Вф; (Ррек Рс/г Рл/г Рпзф Зф)	Нр Мр Рс/г Рл/г Мп Вф Зф; (Рр/г Ррек Рпзф)	Нр Мр Рс/г Рл/г Рр/г Ррек Рпзф Вф Зф; (Мп)
Надзвичайні ситуації природного характеру				
Геологічно та геофізично небезпечні явища	Нр Мр Мп; (Аф Вф Зф)		Нр Мр Рр/г Ррек Рс/г Рл/г Рпзф Мп Аф Вф Зф	
Метеорологічні та агрометеорологічні небезпечні явища	Мр Нр Мп; (Рл/г)		Мр Нр Рс/г; (Рл/г Мп Аф Вф Зф)	Мр Нр Рс/г Рл/г; (Рпзф Рр/г Ррек Мп Аф Вф Зф)
Гідрологічно небезпечні явища	Мр Нр Мп; (Рс/г Рл/г Рр/г Ррек Вф)	Мр Нр Мп Рс/г Рр/г; (Рл/г Ррек Вф)	Мр Нр Рс/г Рр/г Рл/г Ррек Рпзф (Мп Вф)	
Пожежі лісові, степові, сільськогосподарських масивів, корисних копалин	Мр Нр Рс/г Рл/г Мп; (Аф Зф)	Мр Нр Рс/г Рл/г Мп Аф; (Ррек Рпзф Зф)	Мр Нр Рс/г Рл/г Ррек Рпзф Мп Аф Зф; (Рр/г)	Мр Нр Рс/г Рл/г Ррек Рпзф Рр/г Мп Аф Зф

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК36- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 6

Інфекційні захворювання людей	Нр Мп		Нр Мр Мп	
Інфекційні захворювання сільськогосподарських тварин	Мтв Мр Мп		Мтв Мр Мп Нр	
Ураження сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками	Мр Мп	Мтв Мр Мп	Мтв Мр Мп; (Рс/г)	Мтв Мр Рс/г Мп; (Нр)
Зміна стану суші	Рс/г Рл/г; (Рпзф Вф Зф)	Рс/г Рл/г; (Рпзф Ррек Вф Зф)	Рс/г Рл/г Мр Нр Рпзф Ррек Рр/г Вф Зф	
Зміна складу і властивостей атмосфери	Нр Ррек Аф (Рс/г Рл/г Рпзф)		Нр Ррек Мр Рс/г Аф Рл/г (Рпзф)	Нр Ррек Мр Рс/г Аф Рл/г Рпзф
Зміна складу і властивостей гідросфери	Нр Рр/г Вф; (Ррек Рс/г)	Нр Рр/г Ррек Вф; (Рс/г Рпзф)	Нр Рр/г Мр Ррек Рс/г Вф; (Рл/г Рпзф)	Нр Рр/г Мр Ррек Рс/г Рл/г Рпзф Вф
Зміна стану біосфери	Розраховується за спеціальними методиками			

Особливості проведення розрахунків основних видів збитків

1. Розрахунок збитків від втрати життя та здоров'я населення.

Розмір збитків від втрати життя та здоров'я населення визначається за такою формулою:

$$Нр = \Sigma Втрр + \Sigma Вдп + \Sigma Ввтг, \quad (2)$$

де $\Sigma Втрр$ – втрати від вибуття трудових ресурсів з виробництва;

$\Sigma Вдп$ – витрати на виплату допомоги на поховання;

$\Sigma Ввтг$ – витрати на виплату пенсій у разі втрати годувальника;

а) втрати від вибуття трудових ресурсів з виробництва розраховуються на підставі даних, наведених у таблиці 2, за такою формулою:

$$\Sigma Втрр = МлN + МтN + МіN + МзN, \quad (3)$$

де $Мл$ – втрати від легкого нещасного випадку;

$Мт$ – втрати від важкого нещасного випадку;

$Мі$ – втрати від отримання людиною інвалідності;

$Мз$ – втрати від загибелі людини;

N – кількість постраждалих від конкретного виду нещасного випадку.

Таблиця 2. Усереднені показники втрат від вибуття трудових ресурсів з виробництва

Вид нещасного випадку	Втрати на одну людину, тис. гривень
1. Легкий нещасний випадок з втратою працездатності до 9 днів	$Мл = 0,28$
2. Тяжкий нещасний випадок без встановлення інвалідності з втратою працездатності понад 9 днів	$Мт = 6,5$
3. Тяжкий нещасний випадок, внаслідок якого потерпілий отримав інвалідність з втратою працездатності понад 3980 днів	$Мі = 37$
4. Нещасний випадок, що призвів до загибелі: - дорослої людини віком до 60 років - дитини віком до 16 років	$Мз = 47$ $Мз = 22$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК36- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 7

б) витрати на виплату допомоги на поховання розраховуються за такою формулою:

$$\Sigma \text{Вдп} = 12 \times \text{Мдп} \times \text{Nз}, \quad (4)$$

де Мдп – 0,15 тис. гривень/людину – допомога на поховання (за даними органів соціального забезпечення);

Nз – кількість загиблих.

в) витрати на виплату пенсій у разі втрати годувальника розраховуються на кожну дитину за такою формулою:

$$\Sigma \text{Ввтг} = 12 \times \text{Мвтг} \times (18 - \text{Вд}), \quad (5)$$

де 12 – кількість місяців у році;

Мвтг – 0,037 тис. гривень – розмір щомісячної пенсії на дитину до досягнення нею повноліття – 18 років (за даними органів соціального забезпечення);

Вд – вік дитини.

ЗАВДАННЯ

На хімічно небезпечному об'єкті виникла аварія з викидом в атмосферу хлору. Внаслідок аварії постраждали працівники об'єкта і населення, яке проживає навколо об'єкта. За результатами індивідуальних завдань розрахувати розмір збитків від втрати життя і здоров'я населення (таблиця 3).

Таблиця 3. Варіанти індивідуальних завдань

№ варіанта	Легкий НВ з втратою працездатності до 9 днів, кількість осіб	Тяжкий НВ з втратою працездатності понад 9 днів, кількість осіб	Тяжкий НВ, внаслідок якого отримана інвалідність, кількість осіб	НВ, що призвів до загибелі		Кількість дітей, які втратили годувальника (вік дітей)
				дорослих віком до 60 років	дітей віком до 16 років	
1	5	6	3	10	4	1(17), 2(2)
2	7	12	5	18	6	1(16), 2(3)
3	9	8	7	15	9	1(15), 2(4)
4	2	10	5	11	6	1(14), 2(5)
5	6	12	4	17	5	1(13), 2(6)
6	11	16	2	21	8	1(12), 2(7)
7	5	19	1	15	10	1(11), 2(8)
8	8	4	10	10	12	1(10), 2(9)
9	9	23	12	29	15	1(17), 2(2)
10	5	15	6	15	11	1(16), 2(3)
11	15	17	3	33	4	1(15), 2(4)
12	17	18	4	34	5	1(14), 2(5)
13	23	6	8	31	6	1(13), 2(6)
14	3	8	9	19	1	1(12), 2(7)
15	4	14	12	26	4	1(11), 2(8)
16	8	9	14	27	4	1(10), 2(9)
17	9	22	9	7	9	1(9), 2(10)
18	5	17	1	12	5	1(8), 2(11)
19	7	10	3	8	10	1(7), 2(12)
20	15	14	2	18	4	1(6), 2(13)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК36- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 8

2. Розрахунок збитків від руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції

Збитки від руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції розраховуються за такою формулою:

$$M_p = \Phi_B + \Phi_G + P_p + P_{pc} + C_n + M_{dg}, \quad (6)$$

де Φ_B – збитки від руйнування та пошкодження основних фондів виробничого призначення;

Φ_G – збитки від руйнування та пошкодження основних фондів невиробничого призначення;

P_p – збитки від втрат готової промислової та сільськогосподарської продукції;

P_{pc} – збитки від втрат незібраної сільськогосподарської продукції;

C_n – збитки від втрат запасів сировини, напівфабрикатів та проміжної продукції;

M_{dg} – збитки від втрат майна громадян та організацій;

а) розрахунок збитків від руйнування та пошкодження основних фондів виробничого призначення

Загальні збитки від руйнування та пошкодження основних фондів виробничого призначення складаються із збитків від повного або часткового руйнування і пошкодження будівель, споруд, корпусів, техніки, обладнання та інших видів основних фондів виробничого призначення та розраховуються за такою формулою:

$$\Phi = n (\Delta P \times K) \times L_b \quad (7)$$

де ΔP – зменшення балансової вартості і-го виду основних фондів виробничого призначення внаслідок повного або часткового руйнування з урахуванням відповідних коефіцієнтів індексації;

K – коефіцієнт амортизації і-го виду основних фондів виробничого призначення;

n – кількість видів основних фондів виробничого призначення, що були частково або повністю зруйновані;

L_b – ліквідаційна вартість одержаних матеріалів і устаткування;

в) розрахунок збитків від втрат готової промислової та сільськогосподарської продукції

Розрахунок збитків від втрат готової промислової та сільськогосподарської продукції провадиться за такою формулою:

$$P_p = P_p + P_p. \quad (9)$$

Збитки від втрат готової промислової продукції (P_{pp}) розраховуються виходячи з її собівартості або за цінами придбання з урахуванням індексації за такою формулою:

$$P_p = \sum m (C \times q), \quad (10)$$

де C – собівартість одиниці і-го виду промислової продукції;

q – кількість втраченої продукції і-го виду;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ6- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 9

m – кількість видів промислової продукції, втрачених під час НС.

Збитки від втрат готової сільськогосподарської продукції (Прс) розраховуються на базі середніх оптових цін для різних регіонів України за такою формулою:

$$\text{Пр} = \sum m (\text{Ц} \times q), \quad (11)$$

де Ц – середня оптова ціна i -го виду сільськогосподарської продукції в j -му регіоні;

q – кількість втраченої сільськогосподарської продукції i -го виду;

m – кількість видів втраченої сільськогосподарської продукції;

г) розрахунок збитків від втрат незібраної сільськогосподарської продукції

Збитки від втрат незібраної сільськогосподарської продукції (Прс) розраховуються на базі показників середньої врожайності основних видів сільськогосподарських культур для різних регіонів України та середнього прогнозованого рівня оптових закупівельних цін на відповідну сільськогосподарську продукцію з урахуванням нездійснених витрат, необхідних для доведення її до товарного виду, за такою формулою:

$$\text{Прс} = \sum m (S \times k \times Y \times \text{Ц} - \text{Здод}), \quad (12)$$

де S – площа пошкодження i -ї сільськогосподарської культури;

k – середній коефіцієнт пошкодження посівів i -ї сільськогосподарської культури;

Y – середня очікувана прогностична урожайність i -ї сільськогосподарської культури в j -му регіоні;

Ц – прогностична середня оптова ціна i -го виду сільськогосподарської продукції в j -му регіоні на час після збирання врожаю;

Здод – витрати, необхідні для доведення всього обсягу втраченої i -ї сільськогосподарської продукції до товарного вигляду;

m – кількість видів втраченої незібраної сільськогосподарської продукції.

Розрахунок (Прс) потребує обов'язкового перерахування після збирання врожаю.

г) розрахунок збитків від втрат сировини, матеріалів та напівфабрикатів, проміжної продукції

Збитки від втрат сировини, матеріалів та напівфабрикатів, необхідних для виробництва продукції та надання послуг (Сн), розраховуються виходячи з витрат відповідних підприємств та організацій на їх придбання або із середніх значень оптових цін на сировину, матеріали, напівфабрикати на момент виникнення втрат за такою формулою:

$$\text{Сн} = \sum m (\text{Ц} \times q), \quad (13)$$

де Ц – середня оптова ціна одиниці i -ї сировини, матеріалів та напівфабрикатів на момент виникнення втрат;

q – обсяг втрачених сировини, матеріалів, напівфабрикатів.

Збитки від втрат проміжної продукції (Снпром) підприємств розраховуються виходячи з її собівартості за такою формулою:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ6- 01-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 75 / 10

$$C_{\text{нпром}} = \sum m (C \times q), \quad (14)$$

де C – собівартість i -го виду проміжної продукції;

q – кількість втраченої проміжної продукції i -го виду;

д) *розрахунок збитків від втрат майна громадян та організацій*

Збитки від втрат іншого майна (Мдг) розраховуються для організацій виходячи з його залишкової балансової вартості, а для громадян – виходячи із середньої ринкової ціни відповідного майна на момент його втрати, що оцінюється експертним шляхом, за такою формулою:

$$M_{\text{дг}} = \sum m (P \times K \times k \times q_{\text{орг}}) + S (C_{\text{с.р.}} \times q_{\text{гр}}), \quad (15)$$

де P – балансова вартість i -го виду втраченого майна організацій;

K – коефіцієнт амортизації i -го виду втраченого майна організацій;

k – індекс зміни цін стосовно часу придбання i -го виду майна;

$q_{\text{орг}}$ – кількість втраченого майна організацій i -го виду;

$C_{\text{с.р.}}$ – середня ринкова ціна j -го виду втраченого майна громадян;

$q_{\text{гр}}$ – кількість втраченого майна громадян j -го виду;

m – кількість видів майна, втраченого організаціями;

n – кількість видів майна, втраченого громадянами.

ЗАВДАННЯ

Внаслідок стихійного лиха було завдано шкоди:

- сільськогосподарським культурам;

- основним виробничим фондам сільськогосподарських підприємств.

Розрахувати загальні збитки від стихійного лиха на основі визначення збитків від втрат незібраної сільськогосподарської продукції (таблиця 4) та прямих збитків від пошкодження основних виробничих фондів (таблиця 5).

Таблиця 4. Сільськогосподарські культури

Назва сільськогосподарської культури	Площа території, що потерпіла від НС, га	Частина пошкоджених угідь, %	Розрахункова площа пошкодження, га	Середня врожайність культури, т/га*	Обсяг втраченого врожаю, т	Середня вартість виробництва культури, грн/т*	Обсяг заподіяного збитку, грн
Гречка	380	100		0,69		208,5	
Жито	833	30		1,62		187,1	
Озима пшениця	2175	40		2,69		114,1	
Цукрові буряки	760	50		17,4		76	
Горох	471	100		1,34		188,9	
Ячмінь	1500	30		2,21		121,4	
Кукурудза	1778	45		2,53		196,8	

Примітка: * - за матеріалами статистичного збірника „Україна у цифрах” держкомстату України

Таблиця 5. Основні виробничі фонди сільськогосподарських підприємств

Назва основних виробничих фондів	Кількість, шт.	Частина втрати балансової вартості, %	Балансова вартість, грн. *	Сума збитків від пошкодження виробничих фондів, грн
Комбайнові причепа	18	50	650	
Трактори	2	30	980	
Автомобільні причепа	20	40	540	
Комбайни	5	50	1440	
Автокари	14	5050	750	

Примітка: * - за довідкою бухгалтерії з урахуванням амортизації

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

РИЗИКИ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ ЇХ ОЦІНКИ

Мета роботи: ознайомлення з поняттям „ризиків землекористування”, їх класифікацією та критеріями.

Завдання роботи: проаналізувати особливості появи ризиків землекористування в різних регіонах України, оцінити природні ризики землекористування.

Загальні поняття

Стратегія формування раціонального землекористування полягає у виявленні негативних факторів на певну природно-географічну і соціально-економічну територію. Однак інша ситуація виникне при становленні ринкової системи господарювання, бо, з одного боку, ліберизація розподільчих відношень, скорочення сфери діяльності державних органів й інші фактори різко підсилюють різноманітність прояву ризику, а з другого – фактично перенесли «тягар невизначеності», зумовлений ризиком, з держави на безпосередніх товаровиробників. Тому відношення до проблем ризику стало змінюватися відповідно до поглиблення економічної реформи.

Сучасний взаємозв'язок між екологічними та економічними складовими розвитку землекористування відзначається надзвичайно швидкою динамічністю й непостійністю. Як результат, практично унеможливується абсолютна безпека еколого-економічної діяльності. Тому виникла потреба в пошуку прийняттого для всіх рівнів співіснування екологічних і економічних чинників. Рівень ризику, на думку Дорогунцова С. І., визначається за результатами соціально-економічного аналізу, здійсненого за схемою «витрати-вигода». У багатьох випадках схема «*витрати-вигода*» ігнорує потреби й вимоги екобалансу, в результаті чого земельні угіддя виснажливо експлуатуються. Корисливі інтереси вигоди не завжди корелюють із витратами: зв'язок між шкодою, завданою земельному фонду, і вигодою є зворотній.

Таким чином, шляхи розвитку землекористування визначаються пріоритетністю пошуку ефективних заходів попередження і зниження негативних наслідків проявів ризику, однак чимало аспектів вивчення ризиків у галузі земельних відносин ще недостатньо глибоко опрацьовані. Зокрема це стосується питань вивчення соціально-економічної природи ризиків, їх класифікації, методів взаємодії з ними, а також способів захисту від них.

У зв'язку з тим, що в процесі використання землі ризик можливий у будь-якій ситуації, проведемо дослідження змісту ризику землекористування. При землекористуванні виникає непередбачуваність кінцевого результату, який може або збігатися з очікуваним, або бути кращим чи гіршим за нього, тому в умовах невизначеності кінцевий результат можна передбачити лише

наближено, узявши одне з потенційно можливих значень, але при цьому ризиком буде лише та невизначеність, яку можна оцінити кількісно. Виходячи з цього, ми одразу відкидаємо найбільш поширене твердження, що ризик є невизначеністю.

Ризик за своїм змістом – це ймовірність появи непевної (випадкової) події та ймовірність настання негативного результату в процесі використання землі, тобто це кількісна величина небезпеки стосовно того, що зв'язані з нею збитки чи небажані наслідки стануть реальними.

З ризиком власник землі чи землекористувач стикається на різних етапах своєї діяльності, бо чимало є причин виникнення певної ризикової ситуації. Під причиною виникнення ризику розуміємо такі умови, які викликають невизначеність результату ситуації: безпосередня діяльність власника землі або землекористувача, господарська діяльність, недостатня інформація про стан навколишнього середовища, яке впливає на результат господарської діяльності. Ризик землекористування може призвести не лише до втрати очікуваного прибутку, але й до певних надзвичайних ситуацій, пов'язаних зі значними економічними збитками, втратою здоров'я і навіть життя.

У всіх сферах землекористування існує безліч ризиків, які потрібно класифікувати за видами, щоб піддати їх комплексному аналізу й розробити єдину методологію обслуговування ризиків. Найбільш важливими елементами, покладеними в основу класифікації ризиків землекористування, є: основні фактори виникнення; характер обліку; характер наслідків; сфера виникнення й інше.

У зарубіжній науковій літературі широкого розголосу набула класифікація ризиків, в основі якої лежить ознака ймовірності їх настання й територіально-часової кумуляції. Таким чином, всі ризики розділяються на незалежні, що проявляються локально, і системні, які характеризуються складно передбаченою ймовірністю настання, одночасно стосуються численних господарських суб'єктів, і є джерелом найбільших втрат для сільськогосподарської галузі. Крім того, ризики класифікують на зовнішні та внутрішні. Зовнішні ризики, у свою чергу, поділяються на непередбачувані й передбачувані.

Зовнішні непередбачувані ризики зумовлені зміною політичної ситуації та непередбачуваними державними заходами регулювання у сфері землекористування, оподаткування, ціноутворення, експорту-імпорту, охорони довкілля та інше; природними катастрофами (повеннями, землетрусами, кліматичними змінами тощо); злочинами та несподіваним зовнішнім екологічним і соціальним впливом. *Зовнішні передбачувані ризики* включають ризики шкідливого екологічного впливу і ризики негативних соціальних наслідків. Таким чином, до *зовнішніх* відносяться ризики безпосередньо не зв'язані з діяльністю землекористувача, які активно впливають на його господарську діяльність. Мова йде про непередбачувані зміни законодавства, що регулює підприємницьку діяльність, його недосконалість; нестійкість політичного режиму й інші ситуації, однак

найбільші втрати землекористувачі несуть в результаті адміністративних бар'єрів, бюрократії, криміналізації суспільства тощо. Зовнішні ризики є визначальними, від їх впливу залежить рівень ризику землекористування. Джерелом виникнення ризиків є відношення зовнішнього середовища до підприємницького, адже підприємець не може впливати на зовнішні ризики, а може лише передбачити і врахувати їх у своїй діяльності. Серед *внутрішніх факторів* ризику основними є некомпетентність власника землі чи землекористувача, яка проявляється у відсутності необхідного досвіду, знань, оперативної ділової активності.

Негативний антропогенний вплив на земельні ресурси ототожнимо з поняттям «антропогенні ризики в землекористуванні». Антропогенні ризики надзвичайно динамічні, бо зумовлюються економічними, технологічними та організаційними змінами, що супроводжують розвиток суспільства.

Антропогенні ризики в землекористуванні класифікують згідно з критерієм сутності їх безпосередніх носіїв. До основних антропогенних забруднювачів відносяться: сільськогосподарське виробництво, промисловість, енергетика, транспорт тощо. Аналіз багаторічних даних свідчить, що в залежності від виду впливу відбуваються й відповідні зміни в ґрунті. Так, викиди в атмосферу забруднюють ґрунти хімічними речовинами, змінюють їх склад і кислотність; промислові та побутові сміттєзвалища скорочують площі земель, придатних для сільськогосподарського виробництва, отруюють ґрунтові організми на прилеглих ділянках; знищення лісів посилюють дію водної та вітрової ерозії й випаровування; випас худоби ущільнює ґрунт, знищує рослинність, яка його скріплює, біологічно забруднює територію; робота наземного транспорту також ущільнює ґрунт, особливо поза дорогами, отрує ґрунти відпрацьованими газами та сипучими матеріалами. Значними джерелами канцерогенних забруднень ґрунту є викиди котелень і промислових підприємств; зрошення великих територій сприяє підняттю рівня ґрунтових вод і викликає зміну їх хімічного складу (засолення ґрунтів); підвищується сейсмічність території; внаслідок осушення зникають болота, міліють річки; на всіх стадіях виробництва, Транспортування, зберігання та утилізації пестициди отруюють ґрунти, тобто пригнічують їх біологічну активність, знищують корисні мікроорганізми, зменшують природну родючість. При виконанні пошукових робіт, видобуванні та переробці корисних копалин, будівництві підприємств і доріг відбувається порушення земель, яке викликає зміни ґрунтового покриву, гідрологічного режиму, утворення техногенного рельєфу та інших якісних змін території.

Ризики в землекористуванні класифікують за різними якісними та кількісними критеріями, але найбільш прикладне значення має класифікація за сферою застосування. Виділяють чотири групи ризиків, що можуть виникати в процесі використання земель (рис. 1.):

1) *природні*, які зумовлені погіршенням стану земельної ділянки внаслідок дії непереборних стихійних явищ: зсуви, підтоплення, карст, просідання лесових порід;

2) *економічні*, які безпосередньо зв'язані з господарською діяльністю підприємств і регулюються ринковою сферою. До цієї групи ризиків відносять:

- виробничі: збитки від порушення процесу виробництва, пошкодження основних і оборотних фондів;

- реалізаційні ризики: підсилення конкурентної боротьби, зміна співвідношення попиту і пропозиції;

- фінансові: неплатоспроможність, заморожування рахунків, відстрочка платежів;

- іноваційні;

- інформаційні;

- цінові: кон'юнктура ринку, політика держави, стихійні лиха, наявність монополістів;

- страхові.

3) *антропогенні*, зумовлені погіршенням стану земельної ділянки як об'єкта майнових прав, внаслідок дій або бездіяльності користувача земельної ділянки, що призвели до зниження родючості ґрунтів чи погіршення якісних властивостей землі:

- еродованість земель;

- водна і вітрова ерозія;

- порушення рослинного покриву;

- лісистість;

- хімічне, радіоактивне забруднення ґрунтів;

- забруднення поверхневих і підземних вод.

4) *соціальні (організаційно-правові)*, що зумовлені недотриманням обов'язків землекористувача, які встановлені законом або договором:

- несплата або несвоєчасна сплата земельного податку або орендної плати;

- використання ділянки не за цільовим призначенням;

- порушення правил добросусідства.

Для дослідження ризиків у сфері земельних відносин пропонується застосувати підхід, який полягає в розподілі ризиків природного і техногенного характеру, наступному аналізі ризиків методом аналогій, розрахунку ймовірності небезпеки, настання ризику і визначення важливості ризику для раціоналізації землекористування.

Метою аналізу ризиків землевпорядкування є надання оцінки всім видам ризиків та визначення можливих шляхів їх зниження. Виділяють такі основні методи оцінки ризику: статистичний, доцільних затрат, експертних оцінок, аналітичний, метод аналогів. На наш погляд, найбільш зручний і доцільний при визначенні ризиків землекористування є статистичний метод, який і використаний у даній роботі. Статистичний метод оцінки ризику

полягає у вивченні статистики втрат (негативних наслідків реалізації рішень), які мали місце в аналогічних видах землевпорядної діяльності. При цьому можуть використовуватись різні способи оцінки, у тому числі й дисперсійний аналіз. Основним показником, який розраховується на підставі статистичного методу, є частота втрат, пов'язаних із даним видом діяльності:

$$r = \frac{n}{n_{\text{заг}}}$$

де r – ризик;

n – кількість випадків настання втрат у статистичній вибірці;

$n_{\text{заг}}$ – загальна кількість випадків, що розглядалась у статистичній вибірці.

Аналіз робіт, присвячений екологічній оцінці території, дозволив запропонувати і сформулювати комплексний підхід до раціонального використання земель. Для цього пропонується класифікувати екологічну ситуацію землекористування за зростанням ступенів ризиків (таблиця 1).

Таблиця 1. Ранжування ризиків землекористування

<i>Градація ризиків</i>	<i>Бал ризику</i>	<i>Характеристика ризику</i>
Відносно задовільні (низькі)	1-20	Ймовірність настання негативних наслідків незначна, але є фактори, які негативно впливають на землекористування
Середні	21-40	Ймовірність настання негативних наслідків значна, реально існують фактори, які негативно впливають на землекористування
Високі	41-60	Ймовірність настання негативних наслідків висока, існує значна кількість факторів, які негативно впливають на землекористування
Критичні (дуже високі)	61-80	Ймовірність настання негативних наслідків критична, існує велика кількість факторів, які негативно впливають на землекористування
Катастрофічні (надзвичайно високі)	81 -100	Ймовірність настання негативних наслідків катастрофічна, існує дуже велика кількість факторів, які негативно впливають на землекористування

Для подальших досліджень передбачається встановити критерії і показники природно-антропогенних ризиків землекористування й оцінити їх за ступенем небезпеки (соціальні ризики в роботі не розглядаються). Система критеріїв, яка дозволяє оцінити різні види ризиків землекористування при ухвалі господарських рішень, поки що не розроблена. Одна із об'єктивних причин – неповнота знань щодо результатів дії антропогенної діяльності на навколишнє середовище. Тому в даній роботі пропонується система критеріїв і показників природно-антропогенних ризиків землекористування (табл. 2), яка містить диференційовану інформацію про ступені екологічної ситуації. Вибір показників залежить від природно-кліматичних характеристик території, характеру порушення природного середовища в результаті антропогенної діяльності.

Дана система містить інформацію про природно-ресурсний потенціал території і про негативні наслідки антропогенних перетворень компонентів природного середовища.

Таблиця 2. Критерії і показники природно-антропогенних ризиків землекористування

Критерії, одиниці виміру	Бал ризику				
	низький	середній	високий	дуже високий (критичний)	катастрофічний
<i>Природні ризики</i>					
Зсуви (кількість зсувів на 100 км ²)	відсутні	1-5	5-10	10-20	>20
Підтоплення (% підтоплених земель)	<5	5-10	10-20	20-50	>50
Карстові процеси (кількість карстових форм рельєфу на 100 км ²)	відсутні	1-5	5-10	10-15	>15
Просідання лесових порід (%)	<5	5-10	10-20	20-50	> 50
<i>Антропогенні ризики</i>					
Еродованість земель (% еродованих земель)	<20	20-40	40-60	60-80	> 80
Ерозія і дефляції ґрунту (середньорічна величина змиву, т/га)	<5	5-10	10-20	20-50	>50
Хімічне забруднення ґрунтів важкими металами (величина сумарного показника Z _C)	< 16,0	16,0-24,0	24,0-33,0	33,0-128,0	> 128,0
Рівень забруднення хімічними засобами техногенного походження	<1,0	1,0-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	>5,0
Радіоактивне забруднення ґрунтів, Ки/м ²	Cs-137: < 1 Sr-90 : < 0,3 Pu (сума ізотопів): відсутня	Cs-137: 1-5 Sr-90: 0,3 -0,6 Pu (сума ізотопів): до 0,03	Cs-137: 5-15 Sr-90: 0,6 -1,0 Pu (сума ізотопів): до 0,03 -0,05	Cs-137: 15-40 Sr-90: 1 -3 Pu (сума ізотопів): до 0,05 - 0,1	Cs-137 : >40 Sr-90: >3 Pu (сума ізотопів): >0,1
Забруднення поверхневих і підземних вод: - по індексу забруднення вод; - по значенню показника хімічного забруднення	<1,0 <10	1,0-4,0 <20	4,0-6,0 20-35	6,0-10,0 35-80	> 10,0 >80
Порушення рослинного покриву (проектне покриття багаторічної рослинності, %)	<5	5-20	20-40	40-50	>50
Лісистість (% від оптимальної/зональної)	<10	10-25	25-50	50-80	>80

ЗАВДАННЯ

1. На основі даних таблиць 3, 4, визначити ризики виникнення зсувів, а отримані результати занести до таблиці, наведеної нижче.

Ризик виникнення зсувів

Області	Ризик виникнення зсувів, шт/км ²								
	загальної кількості зсувів			активних зсувів			зсувів на забудованій території		
	2009 р	2010 р	Відхилення значень 2010 р від 2009 р	2009 р	2010 р	Відхилення значень 2010 р від 2009 р	2009 р	2010 р	Відхилення значень 2010 р від 2009 р

2. . На основі даних таблиць 5, 6, визначити ризики виникнення підтоплень, а отримані результати занести до таблиці, наведеної нижче.

Ризик виникнення підтоплень

Області	Ризик виникнення підтоплень, %			Кількість населених пунктів, в яких відмічене підтоплення, шт		
	2009 р	2010 р	Відхилення значень 2010 р від 2009 р	2009 р	2010 р	Відхилення значень 2010 р від 2009 р

3. На основі даних таблиць 7, 8, визначити ризики поширення карстових процесів, а отримані результати занести до таблиці, наведеної нижче.

При проведенні всіх розрахунків необхідно зважати на одиниці вимірювання природно-антропогенних ризиків землекористування (табл. 2).

До кожної таблиці необхідно зробити висновок про динаміку ризиків виникнення зсувів, підтоплень та карстових форм рельєфу в цілому по Україні і в розрізі окремих областей. Використовуючи отримані дані за 2010 р. обов'язково зазначити, в яких із областей рівень ризику мінімальний, а в яких максимальний. Провести ранжування областей за балами ризику (низький, середній, високий, критичний, катастрофічний).

Таблиця 3. Загальна характеристика поширення зсувів в Україні (2009 р.)

Назва адміністративної одиниці	Площа адміністративної одиниці, тис км ²	Загальна кількість зсувів, шт.	Площа зсувів, км ²	Кількість активних зсувів, шт.	Площа активних зсувів, км ²	Кількість зсувів на забудованій території, шт	Кількість об'єктів економіки в зоні зсувів, шт
АР Крим	27	1582	58,9	67	7,7	592	-
Вінницька	26,5	339	16,55	3	0,35	17	23
Волинська	20,2	-	-	-	-	-	-
Дніпропетровська	31,9	382	40,5	18	0,128	9	61
Донецька	26,5	189	9,03	93	4,09	36	49
Житомирська	29,9	10	0,01	-	-	-	-
Закарпатська	12,8	3251	379,54	41	0,35	1947	57
Запорізька	27,2	206	12,13	103	9,43	24	2
Івано-Франківська	13,9	790	299	91	10,12	72	38
Київська	28,9	814	23,75	13	0,2	111	-
Кіровоградська	24,6	122	2,72	12	0,22	18	1
Луганська	26,7	982	6,8	45	0,8	43	20
Львівська	21,8	1347	292,5	14	0,37	158	28
Миколаївська	24,6	1149	9,17	131	1,44	55	58
Одеська	33,3	5868	70	650	1,25	192	101
Полтавська	28,8	824	63,9	15	1,16	116	6
Рівненська	20,1	-	-	-	-	-	-
Сумська	23,8	567	7,44	4	0,2	30	4
Тернопільська	13,8	117	11,74	24	1,15	38	-
Харківська	31,4	1615	40,3	25	2,43	67	6
Херсонська	28,5	40	0,5	16	0,3	18	17
Хмельницька	20,6	419	20,98	5	0,32	37	43
Черкаська	20,9	1027	33,94	161	4,61	281	2
Чернівецька	8,1	1467	760	147	49,1	23	47
Чернігівська	31,9	9	0,027	1	0,004	1	-
Загалом по Україні	603,7	23116	2159,43	1679	95,72	3886	563

Таблиця 4. Загальна характеристика поширення зсувів в Україні (2010 р.)

Назва адміністративної одиниці	Площа адміністративної одиниці, тис км ²	Загальна кількість зсувів, шт.	Площа зсувів, км ²	Кількість активних зсувів, шт.	Площа активних зсувів, км ²	Кількість зсувів на забудованій території, шт	Кількість об'єктів економіки в зоні зсувів, шт
АР Крим	27	1582	58,09	135	7,75	592	905
Вінницька	26,5	339	16,55	3	0,35	17	23
Волинська	20,2	-	-	-	-	-	-
Дніпропетровська	31,9	382	20,84	8	0,314	9	166
Донецька	26,5	189	9,03	93	4,1	39	66
Житомирська	29,9	10	0,01	-	-	-	-
Закарпатська	12,8	3274	384,56	15	0,05	5	11
Запорізька	27,2	206	12,13	103	1,943	24	2
Івано-Франківська	13,9	805	3,6	95	10,8	85	45
Київська	28,9	814	301	13	0,47	67	-
Кіровоградська	24,6	140	23,75	12	0,22	23	1
Луганська	26,7	769	3,04	339	4,32	40	20
Львівська	21,8	1347	6,62	18	0,4	160	28
Миколаївська	24,6	1148	292,6	100	0,8	50	58
Одеська	33,3	5835	8,95	487	5,5	156	101
Полтавська	28,8	824	66,3	5	0,001	116	6
Рівненська	20,1	-	-	-	-	-	-
Сумська	23,8	567	7,44	6	0,01	30	4
Тернопільська	13,8	117	11,74	24	1,15	38	-
Харківська	31,4	1615	40,3	16	0,009	68	6
Херсонська	28,5	43	0,51	16	0,3	18	17
Хмельницька	20,6	420	20,98	1	0,001	37	43
Черкаська	20,9	1033	34	161	4,61	281	2
Чернівецька	8,1	1468	760,2	151	49,8	570	49
Чернігівська	31,9	9	0,027	1	0,004	1	-
Загалом по Україні	603,7	22936	2134,04	1996	92,9	2426	1553

Таблиця 5. Загальна характеристика площ підтоплення в Україні (2009 р.)

Назва адміністративної одиниці	Площа адміністративного утворення, тис км ²	Площі підтоплення, тис км ²	Кількість населених пунктів, в яких відмічене підтоплення, шт
АР Крим	27	0,36	176
Вінницька	26,5	0,005	13
Волинська	20,2	9,14	11
Дніпропетровська	31,9	1,95	1535
Донецька	26,5	0,23	378
Житомирська	29,9	0,04	47
Закарпатська	12,8	0,001	4
Запорізька	27,2	3,2	248
Івано-Франківська	13,9	0,014	-
Київська	28,9	0,02	82
Кіровоградська	24,6	0,06	61
Луганська	26,7	0,04	5
Львівська	21,8	0,25	36
Миколаївська	24,6	17,033	761
Одеська	33,3	20,575	983
Полтавська	28,8	0,15	48
Рівненська	20,1	11,7	36
Сумська	23,8	0,07	17
Тернопільська	13,8	-	-
Харківська	31,4	0,12	68
Херсонська	28,5	11,297	306
Хмельницька	20,6	0,014	20
Черкаська	20,9	0,06	64
Чернівецька	8,1	0,4	-
Чернігівська	31,9	0,15	7
Загалом по Україні	603,7	76,88	4880

Таблиця 6. Загальна характеристика площ підтоплення в Україні (2010 р.)

Назва адміністративної одиниці	Площа адміністративного утворення, тис км ²	Площі підтоплення, тис км ²	Кількість населених пунктів, в яких відмічене підтоплення, шт
АР Крим	27	0,42	203
Вінницька	26,5	0,005	13
Волинська	20,2	9,14	59
Дніпропетровська	31,9	7,29	1535
Донецька	26,5	0,23	378
Житомирська	29,9	0,04	47
Закарпатська	12,8	0,001	7
Запорізька	27,2	0,1	248
Івано-Франківська	13,9	-	-
Київська	28,9	0,02	82
Кіровоградська	24,6	0,006	61
Луганська	26,7	0,02	5
Львівська	21,8	0,25	36
Миколаївська	24,6	17,033	761
Одеська	33,3	20,575	983
Полтавська	28,8	0,15	48
Рівненська	20,1	11,7	36
Сумська	23,8	0,07	17
Тернопільська	13,8	-	16
Харківська	31,4	0,12	68
Херсонська	28,5	11,297	306
Хмельницька	20,6	0,06	20
Черкаська	20,9	0,06	64
Чернівецька	8,1	-	23
Чернігівська	31,9	0,15	36
Загалом по Україні	603,7	78,65	5052

Таблиця 7. Загальна характеристика площ порід, що мають здатність до карстування в Україні (2009 р.)

Назва адміністративної одиниці	Площа адміністративного утворення, тис км ²	Стадія розвитку процесу			не карстуються, %	Кількість карстопроявів, шт
		відкрита, %	покрита, %	перекрита, %		
АР Крим	27	10,56	19,93	60,74	8,78	9594
Вінницька	26,5	5,89	10,3	24,87	58,94	244
Волинська	20,2	12,33	45,59	41,49	0,59	2006
Дніпропетровська	31,9	-	4,86	50,41	44,73	3
Донецька	26,5	-	12,04	76,53	11,43	191
Житомирська	29,9	-	-	1,84	98,16	81
Закарпатська	12,8	-	-	74,61	25,39	-
Запорізька	27,2	-	-	69,08	30,92	-
Івано-Франківська	13,9	-	18,49	55,54	25,97	2077
Київська	28,9	-	-	65,05	34,95	-
Кіровоградська	24,6	-	0,08	4,47	95,45	-
Луганська	26,7	-	32,59	67	0,41	368
Львівська	21,8	0,18	36,33	45,09	18,4	5102
Миколаївська	24,6	-	26,87	51,26	21,87	157
Одеська	33,3	2,46	10,75	84,84	1,95	112
Полтавська	28,8	-	-	93,09	6,91	11
Рівненська	20,1	4,48	46,96	34,08	14,48	745
Сумська	23,8	-	21,51	78,28	0,21	56
Тернопільська	13,8	3,4	43,7	52,9	-	2472
Харківська	31,4	-	13,22	86,59	0,19	11
Херсонська	28,5	1,3	13,02	78,1	7,58	94
Хмельницька	20,6	7,96	23,3	53,4	15,34	769
Черкаська	20,9	-	-	35,26	64,74	-
Чернівецька	8,1	4,69	4,81	78,89	11,61	2313
Чернігівська	31,9	-	4,61	95,08	0,31	328
Загалом по Україні	603,7	1,91	14,34	59,13	24,62	26734

Таблиця 8. Загальна характеристика площ порід, що мають здатність до карстування в Україні (2010 р.)

Назва адміністративної одиниці	Площа адміністративного утворення, тис км ²	Площі розповсюдження порід, що карстуються, тис км ²			не карстуються, тис км ²	Кількість карстопроявів, шт
		відкрита	покрита	перекрита		
АР Крим	27	2,85	5,38	16,4	0,009	9594
Вінницька	26,5	1,56	2,73	6,59	0,06	244
Волинська	20,2	2,49	9,21	8,38	0,006	1529
Дніпропетровська	31,9	-	1,55	16,08	0,04	3
Донецька	26,5	-	3,19	20,28	0,01	195
Житомирська	29,9	-	-	0,55	0,1	81
Закарпатська	12,8	0,128	-	9,422	0,01	19
Запорізька	27,2	-	-	18,79	0,03	-
Івано-Франківська	13,9	-	2,57	7,72	0,03	1008
Київська	28,9	-	0,01	18,79	0,03	-
Кіровоградська	24,6	-	0,02	1,10	0,1	-
Луганська	26,7	-	8,70	17,89	0,0004	368
Львівська	21,8	0,04	7,92	9,83	0,02	5102
Миколаївська	24,6	-	6,61	12,61	0,02	157
Одеська	33,3	0,82	3,58	28,25	0,002	112
Полтавська	28,8	-	-	26,81	0,007	11
Рівненська	20,1	0,90	9,44	6,85	0,014	745
Сумська	23,8	-	5,12	18,63	0,0002	56
Тернопільська	13,8	0,47	6,03	7,30	-	1371
Харківська	31,4	-	4,15	27,19	0,0001	11
Херсонська	28,5	0,37	3,71	22,26	0,008	94
Хмельницька	20,6	1,64	4,8	11,00	0,02	769
Черкаська	20,9	-	-	7,37	0,06	-
Чернівецька	8,1	0,38	0,39	6,39	0,012	314
Чернігівська	31,9	-	1,47	30,33	0,0003	2313
Загалом по Україні	603,7	11,648	86,58	356,812	0,59	24096

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Мета роботи: проаналізувати методичні рекомендації „Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря”, затверджені Наказом МОЗ від 13.04.2007 р. № 184.

Завдання роботи: використовуючи дану методику провести оцінку ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря.

1. Загальні положення

Дані методичні рекомендації 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.

2. Терміни та визначення

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 1000 осіб, які зазнавали впливу (ризик 1 на 1000 або 10^{-3}).

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/м^3 (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, осереднена 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).

3. Коротка характеристика зв'язку між показниками здоров'я населення та станом довкілля

Здоров'я людини визначається складною взаємодією цілого ряду факторів: спадковість, соціально-економічне та психологічне благополуччя, доступність і якість медичного обслуговування, спосіб життя і наявність шкідливих звичок, умови життєдіяльності та якість навколишнього природного середовища. Визначення точного внеску окремих факторів у розвиток захворювання нерідко є досить важким завданням, яке ускладнюється значною кількістю обумовлених ними ефектів, багато з яких, до того ж, можуть зустрічатися серед населення і без впливу цих факторів.

У той же час, шляхом проведення належним чином спланованих епідеміологічних та еколого-гігієнічних досліджень можна виявити і кількісно оцінити ризик розвитку захворювань, пов'язаних з шкідливою дією факторів навколишнього природного середовища для відносно великих груп населення. Сьогодні одним із найбільш ефективних сучасних підходів до встановлення зв'язку між станом навколишнього природного середовища та здоров'ям населення в певному регіоні чи місті, що дозволяє вирішувати подібні задачі в умовах обмежених термінів і фінансових можливостей, є методологія оцінки ризику.

Методологія оцінки ризику – це вибір оптимальних у даній конкретній ситуації шляхів усунення або зменшення ризику, він складається з трьох взаємопов'язаних елементів:

- оцінка ризику;
- управління ризиком;
- інформування про ризик;

Саме їх сукупність дозволяє не лише виявити існуючі проблеми, розробити шляхи їх вирішення, а й створити умови для практичної реалізації цих рішень.

При цьому визначення ризику від забруднення атмосферного повітря дозволяє прогнозувати імовірність і медико-соціальну значимість можливих порушень здоров'я при різних сценаріях його впливу, а ще й встановлювати першочерговість і пріоритетність заходів з управління факторами ризику на індивідуальному та популяційному рівнях.

Визначення факторів ризику, доведення їх ролі у порушенні здоров'я людини, а також кількісна характеристика залежностей шкідливих ефектів від рівнів впливу конкретних факторів дозволяє оцінити реальну загрозу здоров'ю населення, що проживає на певних територіях, і дає об'єктивні підстави для впровадження профілактичних заходів.

Одночасно результати можна використовувати для розрахунків економічних втрат суспільства у результаті погіршення здоров'я населення або визначення затрат на впровадження профілактичних заходів та поліпшення навколишнього природного середовища.

Отже, сучасна методологія оцінки ризиків для здоров'я та управління ними у разі впровадження її у практику державного санітарно-

епідеміологічного нагляду, дозволяє вирішити як традиційні, так і нові задачі профілактичної медицини з урахуванням комплексу соціально-економічних та екологічних проблем.

4. Оцінка ризику

Повна, або базова, схема оцінки ризику передбачає проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів, а саме:

- ідентифікацію небезпеки;
- оцінку експозиції;
- характеристику небезпеки (оцінку залежності „доза-відповідь”);
- характеристику ризику.

Ідентифікація небезпеки. Головним завданням цього етапу є відбір пріоритетних, індикаторних хімічних речовин, вивчення яких дозволить з достатньою точністю охарактеризувати рівні ризику порушення стану здоров'я населення та джерела його виникнення. Пріоритетність досліджуваних речовин визначають на основі даних щодо їх біологічної активності, у т.ч. канцерогенної, фізико-хімічних властивостей, які обумовлюють особливості поширеності і поведінки їх у навколишньому природному середовищі та впливу на організм людини, залежності розвитку негативних ефектів (специфічних і неспецифічних) від шляху надходження речовини в організм. При цьому, як правило, використовують вторинні джерела інформації (аналітичні огляди, звіти, довідники, бази даних), що вже містять висновки висококваліфікованих експертів про небезпечні властивості даної речовини.

Оцінка експозиції – етап оцінки ризику, у процесі якого встановлюється кількісний рівень надходження речовини до організму людини певним шляхом. Він передбачає визначення шляху розповсюдження у навколишньому середовищі і впливу на організм забруднюючої сполуки, вивчення її концентрацій, установлення терміну дії і загальної тривалості впливу, оцінки чисельності популяції, яка знаходиться або вірогідно може знаходитись під впливом шкідливого чинника.

Кількісна характеристика експозиції передбачає визначення концентрації хімічних сполук, що впливають на людину, орієнтуючись на дані:

- моніторингових досліджень;
- моделювання поширеності та поведінки хімічних сполук у повітряному (навколишньому природному) середовищі;
- комбінації результатів моніторингових спостережень із даними, отриманими на основі моделювання.

Моніторинг якості атмосферного повітря є найбільш важливим інструментом для аналітичного визначення вмісту хімічних чинників. За сучасних умов джерелом даних можуть бути результати спеціально спрямованих спостережень та матеріали щодо стану забруднення атмосферного повітря, отримані державною системою спостережень

Державної гідрометеорологічної служби МНС України та Державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України.

Концентрація речовини у зоні спостережень (місце перебування людини) визначається як середньоарифметична величина концентрацій, що мали місце протягом періоду експозиції, або як максимальна концентрація за обмежений час (у залежності від постановки завдання).

Для оцінки ризиків, зумовлених хронічним впливом хімічних речовин, мають застосовуватись середньорічні концентрації та їхні верхні 95%-ві довірчі межі. При визначенні ризиків гострих (екстремальних, аварійних) ситуацій терміном до 24 год використовуються максимальні концентрації.

Визначаючи ризик впливу атмосферного повітря на здоров'я людей, теоретично бажано враховувати весь спектр хімічних сполук, що можуть діяти у цьому місці. Однак, реально допускається обмеження їх числа пріоритетними (індикаторними) для даної території речовинами.

Критеріями вибору пріоритетних речовин антропогенного походження є їх токсичні властивості, розповсюдження у навколишньому середовищі, стійкість, здатність до біокумуляції та міграції природними ланцюгами, здатність викликати негативні ефекти (незворотні, віддалені) та чисельність населення, на яке потенційно вони можуть впливати.

При визначенні пріоритетних речовин доцільно ураховувати також закордонні переліки (Росія, США), що склалися на основі вивчення компонентів забруднення повітряного середовища та характерних викидів різних промислових галузей.

Для України важливо орієнтуватись на переліки загальнопоширених забруднюючих речовин атмосферного повітря, показників та інгредієнтів атмосферних опадів, позначених у Порядку організації та проведення моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 9 березня 1999 року №343.

Результатом даного етапу оцінки ризику є визначення середньої добової дози (ADD/LADD), формула розрахунку якої за інгаляційного впливу речовини з атмосферного повітря має вигляд (1):

$$ADD/LADD = [(Ca * Tout * Vout) + (Ch * Tin * Vin)] * EF * ED / (BW * AT * 365) \quad (1)$$

де:

ADD/LADD – середня добова доза речовини, мг/кг-доба;

Ca – концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м³;

Ch – концентрація речовини у повітрі приміщення, мг/м³;

Tout – час, що проводиться поза приміщенням, год/доба;

Tin – час, що проводиться у приміщенні, год/доба;

Vout – швидкість дихання поза приміщенням, м³/год;

Vin – швидкість дихання у приміщенні, м³/год;

EF – частота впливу, днів/рік;

ED – тривалість впливу, років;

BW – маса тіла, кг;

AT – період осереднення експозиції, років.

365 – число днів у році.

За відсутності специфічних для досліджуваної популяції дескрипторів експозиції використовують стандартні значення, наведені у додатку.

Характеристика небезпеки. Головним завданням етапу є узагальнення та аналіз наявних даних щодо гігієнічних нормативів, безпечних рівнів впливу (референтних доз та концентрацій), критичних органів/систем та негативних ефектів, що можуть виникати за дії певної речовини або групи речовин.

Дія хімічних сполук зумовлює широкий спектр шкідливих ефектів, які залежать від шляху та тривалості надходження в організм, рівнів доз або концентрацій. У методології оцінки ризику прийнято орієнтуватися на той шкідливий ефект, який виникає за впливу найменшої із ефективних доз (критичний ефект, критичні органи/системи).

При цьому міжнародна методологія оцінки ризику передбачає, що:

- для неканцерогенних речовин та канцерогенів негенотоксичної дії передбачається наявність порогових рівнів, нижче від яких шкідливі ефекти не виникають;

- канцерогенні ефекти, обумовлені дією генотоксичних канцерогенних чинників, можливі за дії будь-яких доз, що викликають пошкодження генетичного матеріалу; для такого роду сполук відсутні порогові рівні.

Для характеристики ризику розвитку неканцерогенних ефектів найчастіше використовують два показники: максимальна недіюча доза і мінімальна доза, що викликає пороговий ефект. Дані показники є основою для установлення рівнів мінімального ризику – референтних доз (RfD) і концентрації (RfC). Перевищення референтної дози не обов'язково пов'язане із розвитком шкідливого ефекту, але чим вища доза впливу і чим більше вона перевищує референтну, тим більша імовірність його виникнення, однак оцінити цю імовірність за даного методичного підходу неможливо. У зв'язку з цим кінцевими характеристиками оцінки експозиції на основі референтних доз і концентрацій є коефіцієнти (HQ) та індекси (HI) небезпеки. Якщо референтна доза не перевищена, то ніяких регулюючих втручань не потрібно. У випадку, коли вплив речовини перевищує RfD, виникає небезпека, величину якої можна оцінити лише за допомогою вивчення залежності "доза-відповідь" та спектра шкідливих ефектів.

Значення референтних доз/концентрацій деяких хімічних речовин, а також критичних органів та систем, на які вони впливають, наведено у додатку.

Для оцінки ризику генотоксичних канцерогенів основним параметром є фактор канцерогенного потенціалу (CPF) або фактор нахилу (SF), що відображає ступінь наростання канцерогенного ризику на одну одиницю зі збільшенням дози впливу і має розмірність $(\text{мг/кг} \times \text{доба})^{-1}$.

Іншим параметром є величина так званого одиничного ризику (UR). За інгаляційного впливу UR являє собою верхню, консервативну оцінку канцерогенного ризику у людини, яка зазнає постійного впливу протягом життя певного канцерогена в концентрації 1 мкг/м^3 .

Значення фактора канцерогенного потенціалу деяких хімічних речовин за повітряного шляху надходження наведено у додатку.

Характеристика ризику інтегрує дані про небезпеку досліджуваних речовин, величину експозиції, параметри залежності «доза-відповідь», які було отримано на попередніх етапах дослідження. На основі цих даних дається кількісна та якісна оцінка ризику окремих речовин та визначається порівняльний ряд небезпеки для здоров'я населення групи сполук.

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюють шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки:

$$HQ = AD / RfD \text{ або } HQ = AC / RfC \quad (2)$$

де:

HQ - коефіцієнт небезпеки;

AD - середня доза, мг/кг;

AC - середня концентрація, мг/м³;

RfD - референтна (безпечна) доза, мг/кг;

RfC - референтна концентрація, мг/м³.

За висновком російських експертів, у разі відсутності референтних доз/концентрацій як еквівалент можна використовувати гранично допустимі концентрації (ГДК) або максимально недіючі рівні чи концентрації (МНР, МНК), установлені за критерієм прямого ефекту на здоров'я.

За інгаляційного надходження, якщо цього не потребують спеціальні задачі дослідження, немає необхідності розраховувати дозу впливу, а розрахунок коефіцієнта небезпеки можна здійснювати за формулою:

$$HQ_i = C_i / RfC \quad (3)$$

де:

HQ_i – коефіцієнт небезпеки впливу і-тої речовини;

C_i – рівень впливу і-тої речовини, мг/м³; RfC – безпечний рівень впливу, мг/м³.

Коефіцієнт небезпеки розраховують окремо за умов короткотривалого (гострого), підгострого і тривалого впливу хімічної речовини. При цьому період осереднення експозиції і відповідних безпечних рівнів впливу має бути аналогічним.

Критерії для характеристики коефіцієнта небезпеки наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Критерії неканцерогенного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий	< 1
Гранична величина, що не потребує термінових заходів, однак не може розглядатися як досить прийнятна	1
Імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ	> 1

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за комбінованого впливу хімічних речовин проводять на основі розрахунку індексу небезпеки за формулою:

$$HI = \sum HQ_i \quad (4)$$

де:

HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші хімічних речовин, що впливають.

Розрахунок індексів небезпеки, як правило, проводять з урахуванням критичних органів та систем, які зазнають негативного впливу досліджуваних речовин. Як свідчать результати наукових досліджень, за впливу компонентів суміші на одні і ті ж органи або системи організму найбільш імовірним типом їх комбінованого впливу є сумація (адитивність). Це правило не є універсальним, оскільки не враховує можливої різниці у механізмах специфічної дії компонентів суміші, а також локальних шкідливих реакцій у місці первинного контакту речовини з організмом (наприклад, слизових оболонках дихальних шляхів або шлунку). Разом з тим, на думку міжнародних та закордонних експертів, такий підхід хоча і може перебільшувати небезпеку для здоров'я, однак має більшу перевагу у порівнянні з роздільною, незалежною оцінкою кожного із компонентів.

Для характеристики канцерогенного ризику проводять розрахунок індивідуального та популяційного ризику впливу досліджуваних речовин.

Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику CR здійснюють за формулою:

$$CR = LADD * SF, \quad (5)$$

де:

LADD – середня добова доза протягом життя, мг/(кг*доба);

SF – фактор нахилу, (мг/(кг*доба))⁻¹

При застосуванні величини одиничного ризику розрахункова формула набуває вигляду:

$$CR = LADC * UR, \quad (6)$$

де:

LADC – середня концентрація речовини в атмосферному повітрі за весь період усереднення експозиції, мг/м³;

UR – одиничний ризик, (мг/м³)⁻¹

Одиничний ризик розраховують із використанням величини SF, стандартної величини маси тіла людини (70 кг) та добового споживання повітря (20 м³):

$$UR_i \text{ (м}^3\text{/мг)} = SF_i \text{ (мг/кг} \times \text{доба)}^{-1} \times 1/70 \text{ кг} \times 20 \text{ (м}^3\text{/доба)} \quad (7)$$

Поряд з розрахунками індивідуального канцерогенного ризику проводять визначення популяційного ризику (PCR), який відображає додаткову (до фонові) кількість випадків новоутворень, які можуть виникнути протягом життя внаслідок впливу досліджуваного фактора:

$$PCR = CR * POP, \quad (8)$$

де:

CR – індивідуальний канцерогенний ризик;

POP – чисельність популяції, що підпадає під вплив даного фактора, чол.

При порівняльній характеристиці ризику іноді використовують величину популяційного річного ризику (PCRa), що являє собою розраховану кількість додаткових випадків раку протягом року:

$$PCRa = \sum (C_i * UR_i) * POP / 70 \quad (9)$$

де:

C_i – середня річна концентрація і-тої речовини;

POP – чисельність популяції, що зазнає впливу, чол.

UR_i – одиничний ризик протягом життя (70 років).

Канцерогенний ризик за комбінованої дії декількох хімічних сполук розглядають як адитивний. При аналізі доцільно групувати досліджувані канцерогени з урахуванням виду та/або локалізації пухлин. У цьому випадку розрахунок сумарних канцерогенних ризиків здійснюють окремо для кожної групи (наприклад, для раку легень, пухлин печінки тощо).

Таким чином, за впливу декількох канцерогенів сумарний канцерогенний ризик розраховують за формулою:

$$CR_T = \sum CR_j, \quad (10)$$

де: CR_T – загальний канцерогенний ризик для шляху надходження T;

CR_j – канцерогенний ризик для j-тої канцерогенної речовини.

При оцінці ризиків для здоров'я, зумовлених впливом забруднювачів атмосферного повітря, доцільно орієнтуватися на систему критеріїв, рекомендовану у публікаціях ВООЗ (1996, 1999, 2000pp.) (табл. 2).

Таблиця 2.

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	$<10^{-6}$

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 сполуки 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.

5. 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.

6. 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.

Таблиця 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, см ²	
- дорослий чоловік	18000
- доросла жінка	16000
Об'єм дихання, л/8годин	
- дорослий чоловік	3600
- доросла жінка	2900
- дитина (10 років)	2300
легка/не виробнича діяльність	
- дорослий чоловік	9600
- доросла жінка	9100
- дитина (10 років)	6240
Інгаляція за добу, м ³ (8 годин відпочинку, 16 годин легкої або невиробничої діяльності)	
- дорослий чоловік	23
- доросла жінка	21
- дитина (10 років)	15
- середній дорослий	22
Швидкість інгаляції, м ³ /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 4. Референтні концентрації за хронічного інгалаційного впливу

Речовина	CAS	RfC, мг/м ³	Джерело	Критичні органи/системи
1	2	3	4	5
Азоту діоксид	10102-44-0	0,04	WHO	Органи дихання
Азотна кислота	4697-37-2	0,04	CalEPA	Органи дихання
Акрилова к-та	79-10-7	0,001	IRIS	Органи дихання
Акрілонітрил	107-13-1	0,002	IRIS	Органи дихання
Акролеїн	107-02-8	0,00002	IRIS	Органи дихання
Алюміній та сполуки	7429-90-5	0,005	NCEA	ЦНС, органи дихання
Аміак	7664-41-7	0,1	IRIS	Органи дихання
Анілін	62-53-3	0,001	IRIS	Селезінка, кров
Ацетальдегід	75-07-0	0,009	IRIS	Органи дихання
Ацетон	67-64-1	30	ATSDR	Печінка, нирки, ЦНС
Ацетонітрил	75-05-8	0,06	IRIS	Системн.
Ацетонціангідрин	75-86-5	0,01	HEAST	Печінка, органи дихання
Ацетофенон	98-86-2	0,00002	IRIS	ЦНС, органи дихання
Барій та сполуки	7440-39-3	0,0005	HEAST	Реп род.
Бензол	71-43-2	0,06	CalEPA	Розвиток, кров, ЦНС
Берилій та сполуки	7440-41-7	0,00002	IRIS	Органи дихання, імун.
Бромметан	74-83-9	0,005	IRIS	ЦНС, органи дихання, розвиток
Брометен	593-60-2	0,003	IRIS	Печінка, ШКТ
Бугадієн, 1,3-	106-99-0	0,008	CalEPA	Репрод.
Бутанол, 2-	78-92-2	0,3	IRIS	ЦНС
Бутеноксид, 1-	106-88-7	0,02	IRIS	Органи дихання
Бутилацетат	123-86-4	0,7	IWA	Органи дихання
Бутоксіетанол, 2-	111-76-2	13	IRIS	Кров
Ванадій та сполуки	7440-62-2	0,00007	EPA	Органи дихання
Завислі частинки (PM 10)		0,05	NAAQS	Органи дихання
Завислі частинки (PM2,5)		0,015	NAAQS	Органи дихання
Завислі частинки (TSP)		0,1		Органи дихання
Вінілацетат	108-05-4	0,2	IRIS	Органи дихання
Вінілхлорид	75-01-4	0,005		розвиток
Водень сульфід	7783-06-4	0,001	IRIS	Органи дихання
Водень фтористий	7664-39-3	0,03	CalEPA	Кісткова сист., органи дихання
Водень хлорид	7647-01-0	0,02	IRIS	Органи дихання
Водень ціанід	74-90-8	0,003	IRIS	Серц.-суд. сист., ЦНС, гормон.
Гексаметилендіізоціанат	822-06-0	0,00001	IRIS	Органи дихання
Гексан	110-54-3	0,2	IRIS	ЦНС, органи дих.

Продовження

1	2	3	4	5
Гексанон,2-	591-78-6	0,005	NCEA	ЦНС, органи дих.
Гексахлорбензол	118-74-1	0,003	CalEPA	Печінка
Гексахлорбутадиєн	87-68-3	0,09	CalEPA	Розвиток, систем.
Гексахлоретан	67-72-1	0,08	CalEPA	ЦНС, системн.
Гідразин	302-01-2	0,0002	CalEPA	Печінка, гормон.
Ді(2-етилгексил) фталат	117-81-7	0,01	CalEPA	Печінка, органи дихання
Диброметан,1,2-	106-93-4	0,0008	CalEPA	Нирки, печінка, розвиток, репрод.
Діванадій пентооксид	1314-62-1	0,00007	CalEPA	Органи дихання
Ділильних двигунів емісії		0,005	IRIS	Органи дихання
Діетиламін	124-40-3	0,00002	IRIS	Органи дихання
Диметилгідразин,1,1-	57-14-7	0,00001	ATSDR	Печінка
Діоксан,1,4-	123-91-1	0,8	EPA	Печінка, нирки, кров
Дифтор-1-хлоретан,1,1-	75-68-3	50	IRIS	ЦНС
Дихлорбензол,1,2-	95-50-1	0,2	HEAST	Нирки, розвиток, маса тіла
Дихлорбензол,1,3	541-73-1	0,008	NCEA	Нирки, розвиток
Дихлорбензол,1,4-	106-46-7	0,8	IRIS	Печінка, нирки, розвиток
Дихлордіфторметан	75-71-8	0,2	HEAST	Печінка, розвиток
Дихлорметан	75-09-2	0,4	CalEPA	Печінка, ЦНС, серц.-суд. сист.
Дихлорпропан,1,2-	78-87-5	0,004	IRIS	Органи дихання
Дихлорпропен,1,3-	542-75-6	0,02	IRIS	Органи дихання
Дихлорпропен, транс-1,3-	10061-02-6	0,02	IRIS	Органи дихання
Дихлорпропен, цис-1,3-	10061-01-5	0,02	IRIS	Органи дихання
Дихлорфторметан	75-43-4	0,6	IRIS	Системн.
Дихлоретан,1,1-	75-34-3	0,5	HEAST	Нирки
Дихлоретан,1,2-	107-06-2	0,4	CalEPA	Розвиток
Дихлоретилен,1,2-	540-59-0	0,06	IRIS	Печінки, біохім., розвиток
Епіхлоргідрин	106-89-8	0,001	IRIS	Органи дихання
Етанол	64-17-5	100		Органи дихання, ЦНС
Етиленбензол	100-41-4	1	IRIS	Розвиток, печінка, нирки, гормон.
Етилен	74-85-1	0,1	CalEPA	Кров
Етиленоксид	75-21-8	0,005	CalEPA	Кров, мутаген.
Етилмеркаптан	75-08-1	0,001	IWA	Органи дихання
Етоксигетанол,2-	110-80-5	0,2	IRIS	Репрод., кров
Етоксигетилацетат,2-	111-15-9	0,3	EPA	Репрод., кров
Ізопропілбензол	98-82-8	0,4	IRIS	Нирки, гормон.
Ізофорон	78-59-1	0,012	EPA	Маса тіла
Кадмій та сполуки	7440-43-9	0,0002	ATSDR	Нирки, органи дихання
Керосин	8008-20-6	0,01	ATSDR	Печінка

Продовження

1	2	3	4	5
Кобальт та сполуки	7440-48-4	0,00005	CalEPA	Органи дихання
Ксилол	1330-20-7	0,3	IRIS	ЦНС, кров, біохім.
о-Ксилол	95-47-6	0,44	CEPA	Розвиток
Марганець та сполуки	7439-96-5	0,00005	IRIS	ЦНС
Мідь та сполуки	7440-50-8	0,00002	CalEPA	Органи дихання, системн.
Метанол	67-56-1	4	CalEPA	Розвиток
Меліл-2-пентанол,4-	108-10-1	0,08	HEAST	Печінка, нирки
Метилізоціанат	624-83-9	0,001	CalEPA	Органи дихання, системн.
Метилмеркаптан	74-93-1	0,001	IWA	Органи дихання, ЦНС
Метилметакрилат	80-62-6	0,7	IRIS	Органи дихання
Метил-трет-бутиловий ефір	1634-04-4	3	IRIS	Печінка, нирки
Перилен	198-55-0	0,07	MADEP	Нирки
Піридин	110-86-1	0,007	EPA	Печінка, біохім.
п-Ксилол	106-42-3	0,44	CEPA	Розвиток, ЦНС, органи дихання
Поліхлоровані біфеніли	1136-36-3	0,0012	CalEPA	Печінка, нирки, гормон.
Пропілен	115-07-1	3	CalEPA	Органи дихання
Пропілен оксид	75-56-9	0,03	IRIS	Органи дихання
Ртуть та сполуки	7439-97-6	0,003	IRIS	ЦНС
Свинець та його неорганічні сполуки	7439-92-1	0,00015	CalEPA	ЦНС, розвиток, кров
Селен	7782-79-2	0,00008	CalEPA	Органи дихання, системн.
Сірки діоксид	7446-09-5	0,08	NAAQS	Органи дихання
Сірковуглець	75-15-0	0,7	IRIS	ЦНС, розвиток
Стирол	100-42-5	1	IRIS	ЦНС
Стиролу оксид	96-09-3	0,006	CalEPA	Органи дихання, системн.
Тетрахлордобензо-п-діоксин,2,3,7,8-	1746-01-6	0,00000004	CalEPA	Печінка, розвиток, гормон., репрод., кров
Тетрахлордобензофуран,2,3,7,8,-	51207-31-9	0,00000004	CalEPA	Печінка, розвиток, гормон., репрод., кров
Тетрахлоретан	56-23-5	0,04	CalEPA	Печінка, розвиток
Тетрахлоретан,1,1,2,2,-	79-34-5	0,2	NCEA	Печінка
Тетрахлоретилен	127-18-4	0,035	CalEPA	Нирки, печінка, розвиток, ЦНС
Тетрахлорфенол	25167-83-3	0,09	CalEPA	Печінка
Толуїлендіізоціанат,2,4-	584-84-9	0,00007		Органи дихання
Толуол	108-88-3	0,4	IRIS	ЦНС, розвиток, органи дихання
Толуол-2,6-діізоціанал	91-08-7	0,00007		Органи дихання

Продовження

1	2	3	4	5
Толуолдіізоціанат (суміш ізомерів)		0,00007	CalEPA	Органи дихання
Тоулолдіізоціанат,1,3-	26471-62-5	0,00007	IRIS	Органи дихання
Трикрезол	1319-77-3	0,004	CalEPA	Кров
Триметилбензол,1,2,4-	95-63-6	0,006	NCEA	ЦНС, нирки, біохім.
Триметилбензол,1,3,5-	108-67-8	0,006	NCEA	ЦНС, нирки, біохім.
Трифтор-1,1,2-трихлоретан,1,2,2-	76-13-1	90	CalEPA	Маса тіла
Трихлорбензол,1,2,4-	120-82-1	0,2	HEAST	печінка
Трихлорбензол,1,3,5-	108-70-3	0,0036	HC	Розвиток, нирки, органи дихання
Трихлорфторметан	75-69-4	20	CalEPA	Розвиток, нирки, органи дихання
Трихлоретан,1,1,1-	71-55-6	1	NCEA	Нирки, розвиток, ЦНС
Трихлоретан,1,1,2-	79-00-5	0,4	CalEPA	Розвиток
Трихлоретилен	79-01-6	0,6	CalEPA	Розвиток
Триетиламін	121-44-8	0,007	IRIS	Органи дихання
Вуглецю оксид	630-08-0			ЦНС, серц.-суд., кров
Фенол	108-95-2	0.006	EPA	Серц.-суд. сист., нирки, ЦНС, печінка
Формальдегід	50-00-0	0,003	CalEPA	Органи дихання, імун.
Фосген	75-44-5	0,0003	CalEPA	Органи дихання
Фосфор	7723-14-0	0,00007	CalEPA	Реп род., системн., волосся
Фосфорна кислота	7664-38-2	0,01	IRIS	Органи дихання
Фталевий ангідрид	85-44-9	0,01	CalEPA	Органи дихання
Флориди	16984-48-8	0,03	CalEPA	Органи дихання, кісткова сист.
Фурфурол	98-01-1	0,05	HEAST	Органи дихання
Хлор	7782-05-5	0,0002	CalEPA	Органи дихання
Хлор діоксид	10049-04-4	0,0002	IRIS	Органи дихання
Хлор-1,2-дибромпропан,3-	96-12-8	0,0002	IRIS	Репрод.
Хлорацетофенон, альфа-	532-27-4	0,00003	IRIS	Органи дихання
Хлорбензол	108-90-7	0,059	NCEA	Печінка, нирки
Хлорбута-1,3-діен, 2-	126-99-8	0,007	HEAST	Органи дихання, розвиток
Хлордіоксини дібензофурани	i	0,00000004	CalEPA	Печінка, репрод., розвиток, гормон.
Хлордифторметан	75-45-6	50	IRIS	Нирки, ендокрин. (наднирники, гіпофіз), розвиток
Хлорметан	74-87-3	0,1	ATSDR	ЦНС
Хлороформ	67-66-3	0,098	ATSDR	Печінка, розвиток, нирки

Продовження

1	2	3	4	5
Хлорпікрин	76-06-2	0,004	CalEPA	Печінка, органи дихання, системн.
Хлор пропан,2-	75-29-6	0,1	HEAST	Печінка
Хлорфенол,2-	95-57-8	0,0014	EPA	Розвиток, репрод.
Хлоретан	75-00-3	10	IRIS	Розвиток, ШКТ
Хром (III)	16065-83-1			Органи дихання
Хром (VI)	18540-29-9	0,0001	IRIS	Органи дихання
Хромово кислота	7783-94-5	0,00001	IRIS	Органи дихання
Ціаніди	57-12-5	0,003	IRIS	Нервова сист., гормон.
Циклогексан	110-82-7	0,28	NATICH	ЦНС, органи дихання
Циклогексанол	108-93-0	0,00002	EPA	М'язова сист.
Цинк та сполуки	7440-66-6	0,0009	CalEPA	Органи дихання

Примітки: WHO – Всесвітня організація охорони здоров'я, CalEPA – каліфорнійське Агентство з охорони навколишнього середовища, IRIS – інтегрована інформаційна система про ризики (U.S.EPA), NCEA – Національний центр оцінки навколишнього середовища (U.S.EPA), ATSDR – Агентство з реєстрації токсичних сполук і захворювань, HEAST – зводні таблиці оцінок ефектів для здоров'я (U.S.EPA), IWA – рекомендації з оцінки ризику впливу промислових відходів (Канада), NAAQS – американські національні стандарти якості атмосферного повітря, EPA – публікації Агентства США з охорони навколишнього середовища, CEPA – Канадське Агентство з охорони навколишнього середовища, MADEP – Массачузетський департамент з охорони навколишнього середовища, HC – публікації Міністерства охорони здоров'я Канади; NATICH – база даних U.S.EPA

Таблиця 5. Фактори канцерогенного потенціалу

Речовина	CAS	SFi,(мг/ (кг*доба)) ⁻¹	Джерело	EPA	МАВР
1	2	3	4	5	6
Азасерин	115-02-6	11	C		2B
Азатиоприн	446-86-6	1,8	C		1
Азобензол	103-33-3	0,11	I	B2	3
Акриламід	79-06-1	4,5	I	B2	2A
Акрилонітрил	107-13-1	0,24	I	B1	2A
Актиноміцин D	50-76-0	8700	C		3
Алар	1596-84-5	0,018	C	B2	ND
Алдрин	309-00-2	17	I	B2	3
Алліл хлористий	107-05-1	0,021	C	C	3
Аміно-2-метилантрахінон,1-	82-28-0	0,15	C		3
Аміно-3-метил-9Н-піридо[2,3- b]індол,2-	68006-83-7	1,2	C		2B
Аміно-6-метилдіпіридилдо(1,2-а:3',2'- d)імідазол,2-	67730-11-4	4,8	C		2B
2-Аміно-9Н-піридо[2,3- b]індол	26148-68-5	0,4	C		2B
Аміно-9-етилкарбазол,3-,гідрохлорид	6109-97-3	0,078	C		
Аміноазотолуол, о-	97-56-3	3,8	C		2B
Амінодіпіридо(1,2- а:3',2'- d)імідазол,2-	67730-10-3	1,4	C		2B
Амінодіфеніл, 4-	92-67-1	21	C		1
Амітрол	61-82-5	0,91	C		2B
Анілін	62-53-3	0,0057	C	B2	3
Араміт	140-57-8	0,025	I	B2	2B
Аурамін	492-80-8	0,88	C		2B
Ацетальдегід	75-07-0	0,0077	I	B2	2B
Ацетамід	60-35-5	0,07	C		2B
Ацетиламінофлуорен	53-96-3	3,8	C		ND
Ацетофенетидин, п-	62-44-2	0,0022	C		2A
Бенз[а]антрацен	56-55-3	0,31	N	B2	2A
Бензо[б]флуорантен	205-99-2	0,39	C	B2	2B
Бензо[і]флуорантен	205-82-3	0,39	C		2B
Бензо[к]флуорантен	207-08-9	0,031	N	B2	2B
Бенз(а)пірен	50-32-8	3,1	N	B2	2A
Бензол	71-43-2	0,027	I	A	1
Берилій	7440-41-7	8,4	I	B1	1
Берилій оксид	1304-56-9	7	C		1
Берилій сульфат (1:1)	13510-19-1	3000	C		1
Біс(2-хлорізопроріловий)ефір	39638-32-9	0,035	H	C	
Біс(2-хлоретилловий)ефір	111-44-4	1,15	I	B2	3

1	2	3	4	5	6
Біс(п-хлорфеніл)-1,1-діхлоретилен,2,2-	72-55-9	0,34	C	B2	2B
Біфінілол,2-,натрієва сіль	132-27-4	0,003	C		2B
Бромдіфеніли		30	C	B2	2B
Бромдихлорметан	75-27-4	0,13	C	B2	2B
Бромформ	75-25-2	0,0039	I	B2	3
Брометен	593-60-2	0,11	H	B2	2A
Бугадієн,1,3-	106-99-0	1,8	I	A/B2	2A
Бутіролактон,бета-	3068-88-0	1	C		2B
Вінілхлорид	75-01-4	0,3	H	A	1
Гексахлоран	608-73-1	1,78	I	B2	2B
Гексахлорбензол	118-74-1	1,6	I	B2	2B
Гексахлорбугадієн	87-68-3	0,077	I	C	3
Гексахлордібензо-п-діоксин	34465-46-8	3300	C		
Гексахлордібензо-п-діоксин,1,2,3,4,7,8,-	39227-28-6	16000	H	B2	
Гексахлордібензо-п-діоксин,1,2,3,7,8,9-	19408-74-3	4550	I	B2	3
Гексахлордібензо-п-діоксин,1,2,3,6,7,8-	57653-85-7	16000	H	B2	3
Гексахлордібензофуран,1,2,3,4,7,8-	70648-26-9	16000	H	B2	
Гексахлордібензофуран,1,2,3,6,7,8-	57117-44-9	16000	H	B2	
Гексахлордібензофуран,1,2,3,7,8,9-	72918-21-9	16000	H	B2	
Гексахлордібензофуран,2,3,4,6,7,8-	60851-34-5	16000	H	B2	
Гексахлоретан	67-72-1	0,014	I	C	3
Гептахлор	76-44-8	4,5	I	B2	2B
Гептахлордібензо-п-діоксин,1,2,3,4,6,7,8-	35822-46-9	1600	H	B2	3
Гептахлордібензофуран,1,2,3,4,6,7,8-	67562-39-4	1600	H	B2	
Гептахлордібензофуран,1,2,3,4,7,8,9-		1300	C		
Гептахлорепоксид	1024-57-3	9,1	I	B2	2B
Гідразин	302-01-2	17,1	I	B2	2B
Гідразин сульфат	10034-93-2	17	I	B2	
Гіромітрин	16568-02-8	10	C		3
Дакарбазин	4342-03-4	49	C		2B
ДДТ	50-29-3	0,34	I	B2	2B
Ді(2-етилгексил)фталат	117-81-7	0,0084	C	B2	2B
Діаміноанізол,2,4-,сульфат	39156-41-7	0,013	C		
Діаміноанізол,2,4-	615-05-4	0,023	C		2B
Діамінодіфенілметан,4,4'-	101-77-9	1,6	C		2B
Дибенз[а,j]акрідин	224-42-0	0,39	C		2B
Дибенз(а,h)антрацен	53-70-3	3,1	N	B2	2A

1	2	3	4	5	6
Дибенз[а,h]акрідин	226-36-8	0,39	C		2B
Дибенз[f,j]антрацен	194-59-2	1,9	C		
Дибензо[а,h]пірен	189-64-0	39	C		2B
Дибензо[а,i]пірен	189-55-9	39	C		2B
Дибензо[а,l]пірен	191-30-0	39	C		2B
Дибромхлорметан	124-48-1	0,094	C	C	3
Диброметан,1,2-	106-93-4	0,77	I	B2	2A
Дигідроксіантрахінон,1,8-	117-10-2	0,076	C		2B
Дигідросафрол	94-58-6	0,044	C		2B
Дигліциділрезорциновий ефір	101-90-6	1,7	C		2B
Диметилбенз[а]антрацен,7,12-	57-97-6	250	C		ND
Диметилгідразин,1,1-	57-14-7	550	C		2B
Диметилкарбамоілхлорид	79-44-7	13	C		2A
Динітропірен,1,6-	42397-64-8	39	C		2B
Динітропірен,1,8-	42397-65-9	39	C		2B
Динітротолуол,2,4-	121-14-2	0,31	C	B2	2B
Діоксан,1,4-	123-91-1	0,027	C	B2	2B
Дифенілгідразин,1,2-	122-66-7	0,77	I	B2	ND
Дихлорбензол,1,4-	106-46-7	0,04	C	B2/C	2B
Дихлорбут-2-ен,1,4-	764-41-0	9,3	H		3
Дихлордіметиловий ефір,1,1'-	542-88-1	217	I	A	1
Дихлорізопропіловий ефір,2,2'-	108-60-1	0,035	H	C	3
Дихлорметан	75-09-2	0,0016	I	B2	2B
Дихлорофос	62-73-7	0,29	C	B2	2B
Дихлорпропан,1,2-	78-87-5	0,063	C	B2	3
Дихлорпропен,транс-1,3-	10061-02-6	0,13	H		
Дихлорпропен,цис-1,3-	10061-01-5	0,13	H		
Дихлоретан,1,1-	75-34-3	0,0057	C	C	ND
Дихлоретан,1,2-	107-06-2	0,091	I	B2	2B
Дихлоретилен,1,1-	75-35-4	0,18	I	C	3
Діелдрін	60-57-1	16	I	B2	3
Діетилстілбестрол	56-53-1	490	H	A	1
Епіхлоргідрин	106-89-8	0,0042	I	B2	2A
Естрадіол	50-28-2	39	C		
Етиленімін	151-56-4	65	C	B2	3
Естрадіол	50-28-2	39	C		
Етиленімін	151-56-4	65	C	B2	3
Індено[1,2,3-с,d]пірен	193-39-5	0,31	N	B2	2B
Кадмій	7440-43-9	6,3	I	B1	1
Калію бромат	7758-01-2	0,49	C		2B
Кам'яновугільні смоли	8007-45-2	2,17	I	A	1
Каптан	133-06-2	0,0023	C	B2	3

1	2	3	4	5	6
Каптофол	2425-06-1	0,15	C	C/B2	2A
Кепон	143-50-0	16	C		2B
Купферон	135-20-6	0,22	C		ND
Лізіокарпін	303-34-4	7,8	C		2B
Ліндан	58-89-9	1,1	C	B2	3
Ліндан,альфа-	319-84-6	6,3	I	B2	2B
Ліндан,бета-	319-85-7	1,85	I	C	2B
Мелфалан	148-82-3	130	C		1
Метил-1-нітроантрахінон,2-	129-15-7	4,3	C		2B
Метил-1-хлорпроп-1-ен,2	513-37-1	0,045	C		2B
Метил-2-метоксианілін,5-	120-71-8	0,15	C		2B
Метил-N'-нітрозо-N-нітрогуанідин,N-	70-25-7	8,3	C		2A
Метиланілін,2-	95-53-4	0,18	C	B2	2B
Метиланілін,2-, гідрохлорид	636-21-5	0,13	C	B2	
Метілен біс(2-хлоранілін)4,4'-	101-14-4	0,13	H	B2	2A
Метилендіанілін,4,4', діхлорид	13552-44-8	1,2	C		2B
Метилметансульфонат	66-27-3	0,099	C		2B
Метилтіоурацил	56-04-2	0,4	C		2B
Метил-трет-бутиловий ефір	1634-04-4	0,00015	N	C	
Метилхолантрен,3-	56-49-5	22	C		ND
Метилхрізен,5-	3697-24-3	3,9	C		2B
Метокси-5-нітроанілін,2-	99-59-2	0,049	C	B2	3
Метоксианілін,2-	90-04-0	0,14	C		2B
Метоксибензамін,2-,гідрохлорид	134-29-2	0,11	C		2B
Мірекс	2385-85-5	18	C		2B
Мітоміцин С	50-07-7	8200	C		2B
Монокроталін	315-22-0	10	C		2B
Миш'як	7440-38-2	15	I	A	1
Нафтиламін,2-	91-59-8	1,8	C		1
Нафто(1,2,3,4-def)хрізен	192-65-4	3,9	C		2B
Нікель	7440-02-0	0,91	C		2B
Нікель очищений, пил		0,84	I	A	1
Нікель субсульфід	12035-72-2	1,68	I	A	
Нітрилотриоцтова кислота	139-13-9	0,0053	C		2B
Нітрилотриоцтова кислота,тринатрієва сіль моногідрат	18662-53-8	0,01	C		2B
Нітроаценафтен,5-	602-87-9	0,13	C		2B
Нітрогліцерин	55-63-0	0,014	r		
Нітрозо-N-метилсечовина,N-	684-93-5	120	C		2A
Нітрозо-N-метилуретан,N-	615-53-2	110	C		2B
Нітрозо-N-етилсечовина,N-	759-73-9	27	C	B2	2A
Нітрозодибутиламін,N-	924-16-3	5,6	I	B2	2B

1	2	3	4	5	6
Нітрозодиметиламін,N-	62-75-9	49	I	B2	2A
Нітрозодипропіламін,N-	621-64-7	7	C	B2	2B
Нітрозодифеніламін,N-	96-30-6	0,009	C	B2	3
Нітрозодіетиламін,N-	55-18-5	150	I	B2	2A
(Нітрузоіміно)діетанол,2,2'-	1116-54-7	2,8	C	B2	2B
Нітрозометилетиламін,N-	10595-95-6	22	C	B2	2B
Нітрозоморфолін,N-	59-89-2	6,7	C		2B
Нітрозонорнікотин,N-	16543-55-8	1,4	C		2B
Нітрозопіперідин,N-	100-75-4	9,4	C		2B
Нітрозопіролідін,N-	930-55-2	2,1	I	B2	2B
(4-Нітрузофеніл)анілін, N-	156-10-5	0,022	C		3
Нітропірен,1-	5522-43-0	0,39	C		2B
Нітропірен,4-	57835-92-4	0,39	C		2B
Нітропропан,2-	79-46-9	9,4	H	B2	2B
Нітроген	1836-75-5	0,082	C		2B
Нітрохрізен,6-	7496-02-8	39	C		2B
Ніфураден	555-84-0	1,8	C		2B
Ніфуртиазол	3570-75-0	2,3	C		2B
Оксидіанілін,4,4'-	101-80-4	0,14	C		2B
Октахлордібензо-п-діоксин	3268-87-9	130	C		3
Октахлордібензофуран,1,2,3,4,5,6,7,8-	39001-02-0	130	C		
Пентахлордібензофуран,1,2,3,7,8-	109719-77-9	8000	H	B2	
Пентахлордібензофуран,2,3,4,7,8-	57117-41-6	80000	H	B2	
Пентахлорфенол	87-86-5	0,018	C	B2	2B
Пігмент червоний	5160-02-1	0,0053	C		3
Харчовий фіолетовий2	1694-09-3	0,02	C		2B
Поліхлоровані біфеніли	1336-36-3	0,4	I	B2	2A
Понсо 3R	3564-09-8	0,016	C		2B
Понсо MX	3761-53-3	0,0045	C		2B
Прокарбазин	671-16-9	14	C		2A
Прокарбазин гідрохлорид	366-70-1	12	C		2A
Пропансультон,1,3-	1120-71-4	2,4	C		2B
Пропілен оксид	75-56-9	0,013	I	B2	2B
Пропілтгіоурацил	51-52-5	1	C		2B
Пропіолактон,бета-	57-57-8	14	C		2B
Прямий коричневий 95	16071-86-6	6,7	C	A	2B
Прямий синій 6	2602-46-2	7,4	C	A	2B
Прямий чорний 38	1937-37-7	7,4	C	A	2B
Резерпін	50-55-5	11	C		3
Сапрол	94-59-7	0,22	C		2B
Свинець	7439-92-1	0,042	C	B2	2B
Свинець ацетат	301-04-2	0,28	C		3
Свинець ацетат, основний	1335-32-6	0,038	C		3

1	2	3	4	5	6
Синій N1	2784-94-3	0,051	C		2B
Стерігматоцистин	10048-13-2	35	C		2B
Стиролоксид	96-09-3	0,16	C		2A
Стрептозоцин	18883-66-4	110	C		2B
Сульфалат	95-06-7	0,19	C		2B
Тетрааміноантрахінон,1,4,5,8-	2475-45-8	0,0045	C		2B
Тетрагідрофуран	109-99-9	0,0068	N		
Тетраметил-4,4'-діамінобензофенон, N,N,N,N-	90-94-8	0,86	C		ND
Тетрахлордібензо-п-діоксин,2,3,7,8-	1746-01-6	150000	H	B2	1
Тетрахлордібензофуран,2,3,7,8-	51207-31-9	16000	H	B2	
Тетрахлордіфенілетан.4,4-	72-54-8	0,24	C	B2	2B
Тетрахлоретан	56-23-5	0,053	I	B2	2B
Тетрахлоретан,1,1,1,2-	630-20-6	0,026	I	C	3
Тетрахлоретан,1,1,2,2,-	79-34-5	0,2	I	C	3
Тетрахлоретилен	127-18-4	0,002	N	B2	2A
Тіоацетамід	62-55-5	6,1	C		2B
Тіодіанілін,4,4'-	139-65-1	15	C		2B
Тіосечовина	62-56-6	0,072	C		2B
Тіофосфамід	52-24-4	12	C		1
Токсафен	8001-35-2	1,1	I	B2	2B
Толуїлендіізоціанат,2,4-	584-84-9	0,039	C		2B
Толуол-2,6-диізоціанат	91-08-7	0,039	C		2B
Толуолдіізоціанат,1,3-	26471-62-5	0,039	C		2B
Транс-2-[(Діметиламіно)метиліміно]- 5-[2-(5-нітро-2-фурил)вініл]-1,3,4- оксадіазол	55738-54-0	0,44	C		2B
Трет-Бутил-4-метоксифенол,2-	25013-16-5	0,0002	C		2B
Тріафур	712-68-5	16	C		2B
Триптофан P1	62450-06-0	26	C		2B
Триптофан P2	62450-07-1	3,2	C		2B
Трихлорфенол,2,4,6-	88-06-2	0,011	I	B2	2B
Трихлоретан,1,1,2-	79-00-5	0,057	I	C	3
Трихлоретилен	79-01-6	0,0063	N	B2/C	2A
Уретан	51-79-6	1	C		2B
Феназопірідин	94-78-0	0,17	C		3
Феназопірідин гідрохлорид	136-40-3	0,15	C		2B
Фенестерин	3546-10-9	150	C		
Фенілен-2,4-діамін	95-80-7	4	C	B2	2B
Фенобарбітал	50-06-6	0,46	C		2B
Феноксibenзамін	56-96-1	3,1	C		2B
Феноксibenзамін гідрохлорид	63-92-3	2,7	C		2B
Формальдегід	50-00-0	0,046	I	B1	2A

1	2	3	4	5	6
Фурацилін	59-87-0	9,4	H	B2	3
Фуриламід	3688-53-7	0,21	C		2B
Фуріум	531-82-8	1,5	C	B2	2B
Фурмециклокс	60568-05-0	0,03	C	B2	
Хлор-1,2-дібромпропан,3-	96-12-8	0,0024	H	B2	2B
Хлор-5-метиланілін,2-	7440-41-7	8,4	C		
Хлорбензилат	510-15-6	0,27	H	B2	3
Хлорбутин	305-03-3	440	C		1
Хлордан	57-74-9	1,3	H		2B
Хлордан технічний	12789-03-6	0,35	I	B2	2B
Хлоровані парафіни C ₁₂ (60% хлору)	108171-26-2	0,089	C		2B
Хлор метан	74-87-3	0,0063	H	C	3
Хлорметоксиметан	107-30-2	2,4	C	A	1
Хлороталоніл	1897-45-6	0,0031	C	B2	3
Хлор-о-фенілендіамін,4-	95-83-0	0,016	C		2B
Хлороформ	67-66-3	0,081	I	B2	2B
Хлорпропан,2-	75-29-6	0,13	H		
Хлортріанізен	569-57-3	240	C		
Хлорендікова кислота	115-28-6	0,091	C		2B
Хлор етан	75-00-3	0,0029	r	B	3
Хризен	218-01-9	0,0031	N	B2	3
Хром (VI)	18540-29-9	42	I	A	1
Хромової кислота	7783-94-5	42	I	A	1
Циклофосфамід гідрат	6055-19-2	0,57	C		1
Циклофосфан	50-18-0	0,61	C		1
Циннамилантранілат	87-29-6	0,0046	C		3
Епіхлоргідрин	106-89-8	0,0042	I	B2	2A
Естрадіол	50-28-2	39	C		
Етиленімін	151-56-4	65	C	B2	3

Примітки: CAS – реєстраційний номер, що є унікальною ідентифікаційною характеристикою індивідуальних речовин або їх сумішей постійного складу; I – інтегрована інформаційна система про ризики IRIS, H – зводні таблиці оцінок ефектів для здоров'я (U.S.EPA)HEAST, C – каліфорнійське Агентство з охорони навколишнього середовища CalEPA, EPA – класифікація U.S.EPA, MABP – класифікація Міжнародного агентства з вивчення раку.

Завдання:

1. Використовуючи стандартні дескриптори експозиції (табл. 6), розрахувати середню добову дозу впливу бенз(а)пірену на населення міста. Варіанти концентрації бенз(а)пірену в атмосферному повітрі наведені в табл. 7.

Таблиця 6. Стандартні дескриптори експозиції

Параметр	Характеристика	Стандартне значення
LADD	Величина надходження, мг/кг-доба	-
Ca	Концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м ³	відповідне значення, наведене у варіанті
Ch	Концентрація речовини в повітрі приміщення, мг/м ³	1,0*(значення за варіантом)
Tout	Час, що проводиться поза приміщенням, год/доба	8 год/доба
Tin	Час, що проводиться всередині приміщення, год/доба	16 год/доба
Vout	Швидкість дихання поза приміщенням, м ³ /год	1,4 м ³ /год
Vin	Швидкість дихання в середині приміщення, м ³ /год	0,63 м ³ /год
EF	Частота впливу, днів/рік	350 днів/рік
ED	Тривалість впливу, років	30 років (дорослі)
BW	Маса тіла, кг	70 кг (дорослі)
AT	Період осереднення експозиції, років	Для канцерогенів 70 років

Таблиця 7. Варіанти для проведення розрахунків

Варіант	Концентрація бенз(а)пірену	Варіант	Концентрація бенз(а)пірену
1	$0,95 \cdot 10^{-6}$	15	$1,22 \cdot 10^{-6}$
2	$0,49 \cdot 10^{-6}$	16	$1,24 \cdot 10^{-6}$
3	$0,90 \cdot 10^{-6}$	17	$0,91 \cdot 10^{-6}$
4	$0,93 \cdot 10^{-6}$	18	$0,79 \cdot 10^{-6}$
5	$0,89 \cdot 10^{-6}$	19	$0,76 \cdot 10^{-6}$
6	$1,01 \cdot 10^{-6}$	20	$0,94 \cdot 10^{-6}$
7	$1,10 \cdot 10^{-6}$	21	$0,98 \cdot 10^{-6}$
8	$1,19 \cdot 10^{-6}$	22	$1,08 \cdot 10^{-6}$
9	$1,25 \cdot 10^{-6}$	23	$1,11 \cdot 10^{-6}$
10	$0,90 \cdot 10^{-6}$	24	$1,34 \cdot 10^{-6}$
11	$0,96 \cdot 10^{-6}$	25	$1,26 \cdot 10^{-6}$
12	$0,99 \cdot 10^{-6}$	26	$0,90 \cdot 10^{-6}$
13	$0,91 \cdot 10^{-6}$	27	$0,93 \cdot 10^{-6}$
14	$1,02 \cdot 10^{-6}$	28	$1,30 \cdot 10^{-6}$

Визначити величини індивідуального та популяційного ризику. Визначити рівень канцерогенного ризику за класифікацією рівнів ризику ВООЗ.

2. Розрахувати величину неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря діоксидом азоту відповідно до варіантів, наведених у таблиці 7. $RfC_{NO_2} = 0,04 \text{ мг/м}^3$. Зробити висновок про величину канцерогенного ризику та імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

Таблиця 7. Варіанти для розрахунків неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря діоксидом азоту

Варіант	Концентрація діоксиду азоту, мг/м^3	Варіант	Концентрація діоксиду азоту, мг/м^3
1	0,099	15	0,076
2	0,11	16	0,092
3	0,066	17	0,099
4	0,075	18	0,090
5	0,081	19	0,11
6	0,087	20	0,13
7	0,095	21	0,10
8	0,12	22	0,11
9	0,090	23	0,079
10	0,11	24	0,19
11	0,71	25	0,15
12	0,84	26	0,123
13	0,15	27	0,129
14	0,11	28	0,098

3. Розрахувати неканцерогенний ризик, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря аміаком (концентрація аміаку наведена в таблиці 8). Зробити висновок про величину канцерогенного ризику та імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення. $RfC_{NH_3} = 0,1 \text{ мг/м}^3$.

Таблиця 8. Варіанти для розрахунків неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря аміаком

Варіант	Концентрація аміаку, мг/м^3	Варіант	Концентрація аміаку, мг/м^3
1	0,14	15	0,10
2	0,17	16	0,16
3	0,11	17	0,29
4	0,21	18	0,21
5	0,19	19	0,11
6	0,22	20	0,09
7	0,2	21	0,16
8	0,11	22	0,17
9	0,15	23	0,14
10	0,13	24	0,17

11	0,09	25	0,22
12	0,05	26	0,19
13	0,11	27	0,20
14	0,13	28	0,18

4. Розрахувати сумарний неканцерогенний ризик (НІ) з урахуванням критичних органів та систем, які в першу чергу зазнають негативного впливу хімічних речовин. Заповнити нижче наведену таблицю.

Речовина	Доза, мг/кг	RfD, мг/кг	HQ	Критичні органи
А	0,005	0,05		Нирки
Б	16,0	4,0		Печінка
С	0,12	0,4		Нирки
Д	0,08	0,2		Печінка
Сумарний ризик		НІ загальний		
		НІ нирки		
		НІ печінка		

Вказати, яка речовина має найбільший внесок як у сумарну величину НІ, так і в ризик впливу на різні органи. Визначити, яка речовина має найменш значущу роль у формуванні ризику.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД СПОЖИВАННЯ ХЛОРОВАНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ

Мета роботи: ознайомитися з методичними вказівками „Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від споживання хлорованої питної води”, затвердженими наказом МОЗ від 23 грудня 1996 р. № 383.

Завдання роботи: використовуючи дану методику, провести оцінку канцерогенного ризику для здоров'я населення від споживання хлорованої питної води.

Терміни та визначення

Ризик – імовірність того чи іншого несприятливого результату (ефекту) під впливом тих чи інших чинників для здоров'я окремої особи, певної частини населення або населення у цілому.

Канцерогенний ризик – очікувана частота випадків онкологічних хвороб, зумовлених дією певної дози канцерогенного чинника.

Індивідуальний канцерогенний ризик – імовірність появи у окремої людини захворювання на рак внаслідок дії факторів ризику за певний проміжок часу або протягом усього життя.

Популяційний канцерогенний ризик характеризує загальне число очікуваних онкозахворювань (додаткових до фонових) у конкретній популяції (наприклад, у населенні міста, району тощо).

Оцінка ризику – наукове визначення генезису і масштабів ризику у конкретній ситуації.

Управління ризиком – аналіз ситуації та розробка рішень, спрямованих на мінімізацію ризику.

Характеристика хлорорганічних сполук – продуктів хлорування питної води

Забруднення питної води хлорорганічними сполуками (далі – ХОС) відбувається за рахунок утворення їх у процесі хлорування вихідної води. У питній воді міст багатьох країн світу виявляється близько 300 ХОС – аліфатичних, зокрема тригалометанів, ароматичних, сумарна кількість яких може варіювати від 0,1 до 1000 мкг/дм³. З усіх представників ХОС найбільш численну групу складають хлорвмісні аліфатичні сполуки, індикаторним показником яких є хлороформ – питома вага його сягає 75% загального вмісту речовин цього класу.

Більшості ХОС притаманна токсичність та виражені кумулятивні властивості, для 20 з них існують різного ступеня докази канцерогенної активності. Найбільш небезпечними серед них є хлороформ, чотирихлористий вуглець, трихлоретилен, тетрахлоретан, тетрахлоретилен (перхлоретилен), дихлорметан, 1,2-дихлоретан тощо. Деякі з цих сполук

мають мутагенні властивості (тетрахлоретан, трихлоретилен, дибромхлорметан, тетрахлоретилен, 1,2-дихлоретан).

Епідеміологічні спостереження закордонних дослідників (Young T.V. et al, 1981; Clark R.M. et al, 1986; Pereira M.A.,1989) свідчать про наявність прямого зв'язку між рівнем захворюваності на рак нирок, сечового міхура, кишківника та інших локалізацій з тривалим вживанням хлорованої питної води, яка містить ХОС і, перш за все, хлороформ.

За результатами моніторингових досліджень, в Україні вміст хлороформу у питній воді водопровідної мережі міст Дніпровського басейну (зокрема Києва, Дніпропетровська, Запоріжжя, Нікополя) складає 0,03-0,2 мг/куб. дм, а в окремі періоди (весняний паводок, період цвітіння водойм тощо) значно підвищується.

Наявність ХОС у питній воді з огляду на існуючий закордонний досвід та матеріали вітчизняних експериментальних і натурних спостережень варто розглядати як один із дійових чинників ризику підвищення онкологічної захворюваності населення.

З огляду на вищезазначене, первинна профілактика раку потребує при впровадженні ДСанПіНу більш широко провадити дослідження якості питної води з метою визначення умов утворення ХОС та їх реального рівня у питній воді в залежності від вмісту органічних речовин у вихідній воді, температури води у водоймах, сезонних особливостей режиму хлорування тощо.

У першу чергу необхідно контролювати вміст хлороформу як одного із найбільш небезпечних і найбільш часто ідентифікованих сполук із ряду тригалометанів. Проте, для визначення канцерогенного ризику необхідно враховувати і інші ХОС, для яких визначено потенціали ризику, хоча може і не бути обґрунтованих гігієнічних стандартів.

Аналіз небезпеки і оцінки ризику

Аналіз ризику для здоров'я людини, пов'язаний із забрудненням навколишнього середовища, передбачає такі умови:

- 1) існування джерела ризику (шкідливої речовини чи суміші сполук);
- 2) присутність даного джерела ризику у певній, небезпечній для здоров'я людини, дозі або концентрації;

- 3) реальність впливу означеної дози шкідливого чинника на людину;

Із урахуванням зазначеного, оцінка ризику включає 4 етапи:

1. Ідентифікація небезпеки – врахування усіх хімічних речовин, що забруднюють навколишнє середовище, визначення шкідливого характеру їх дії на людей або екосистеми.

2. Оцінка експозиції – оцінка того, якими шляхами і через які об'єкти середовища, на якому кількісному рівні і за якої тривалості впливу має місце реальна чи очікувана експозиція; це також оцінка отриманих доз та чисельності населення, що підлягає впливу такої експозиції.

Оцінка експозиції базується, по-перше, на фактичних даних моніторингу забруднення різних компонентів довкілля, по-друге – на математичному

моделюванні поведінки забруднювачів у різних об'єктах і накопичення їх у біосередовищах людини.

Прикладом такого моделювання є розрахунок середньодобової дози шкідливої речовини (далі - СДД) (мг/кг або мкг/кг), яка може надходити до організму з питною водою:

$$\text{СДД} = [C_{\text{ср}} \times \text{ОП}] : [\text{МТ}] \quad (1)$$

де $C_{\text{ср}}$ – середня арифметична концентрація токсичної речовини у відповідному компоненті середовища (мг/дм³ або мкг/дм³);

ОП – об'єм питної води, що споживається за добу (3 дм³);

МТ – вага тіла (70 кг).

3. Оцінка залежності "доза-ефект" – пошук кількісних закономірностей, що пов'язують дозу речовини з виникненням шкідливих для здоров'я ефектів. Аналіз провадиться окремо для канцерогенних та неканцерогенних речовин.

Як правило, реакція організму на вплив шкідливого чинника визначається експериментально на рівні досить високих, явно діючих доз, а оцінка реального навантаження здійснюється методом екстраполяції. Зважаючи на обмеженість існуючих на сьогодні знань щодо механізмів процесів, що протікають в організмі, а також складність математично-статистичного аналізу, який застосовується для описання біологічних (канцерогенних) ефектів, очевидно, що отримати точний і в той же час достатньо простий математичний вираз, який пов'язував би величину ефекту з рівнем та тривалістю дії канцерогенної речовини (залежність "доза-час-ефект"), можна лише у рамках певних обмежень - як за механізмом, так і за умов експерименту.

При відсутності даних із експериментального визначення канцерогенних ризиків останні рекомендується розраховувати за допомогою офіційних даних, розроблених фахівцями US EPA, в яких наводяться уніфіковані характеристики потенціалів канцерогенних або неканцерогенних ризиків окремих сполук.

Зважаючи на викладене, для розрахунку ризику застосовується лінійна залежність:

$$\text{Ризик} = \text{SF}_0 \times \text{СДД} \quad (2)$$

де SF_0 – величина потенціалу канцерогенного ризику за перорального надходження тієї чи іншої канцерогенної сполуки.

4. Характеристика ризику – аналіз всіх отриманих даних, розрахунків ризиків для популяції і її окремих підгруп, порівняння ризиків з допустимими (прийнятними) рівнями, порівняльна оцінка і ранжування різних ризиків за ступенем їх статистичної, медико-біологічної і соціальної значущості. Мета даного етапу – встановлення медичних пріоритетів і тих ризиків, які повинні бути попереджені або знижені до припустимого для даного суспільства рівня.

Запропоновані підходи дозволяють визначати не тільки ступінь небезпеки існуючого стану забруднення питної води для здоров'я населення, а й оцінювати ефективність заходів щодо зменшення рівня вмісту шкідливих

речовин у воді за показниками кількості попереджених захворювань на злоякісні новоутворення у даному регіоні (місті, районі, області).

Для практичного використання системи оцінки ризику використовують, як правило, лінійну модель (формули 1,2).

Відомо, що при хлоруванні води з поверхневих джерел, в результаті взаємодії хлору з органічними речовинами утворюється велика кількість різноманітних хлорорганічних сполук (ХОС), які мають канцерогенні, мутагенні та інші ефекти віддаленої дії. Значної уваги серед них заслуговують хлороформ та трихлоретилен.

Рівень ХОС, зокрема хлороформу, доля якого складає 70-90 % від їх загальної кількості, у питній воді залежить від багатьох факторів, провідним з яких є кількість хлору, що вводиться в процесі водопідготовки для очищення та знезараження. Похідними для утворення хлороформу та інших ХОС є органічні сполуки природного (гумінові та фульвокислоти) та техногенного походження (ароматичні й аліфатичні вуглеводні, дифеніли, нафталін, пестициди тощо), що містяться у необробленій воді. Різний вміст похідних екзогенного синтезу ХОС обумовлює різний рівень забруднення питної води хлороформом.

Серед ХОС належної уваги заслуговує трихлоретилен (ТХЕ), який визначається іноді у питній воді в значних концентраціях при хлоруванні насамперед поверхневих вод та води артезіанських скважин, розташованими в районах промислових об'єктів, діяльність яких пов'язана з застосуванням або виробництвом ТХЕ, в місцях зберігання небезпечних відходів та при проведенні бурових робіт.

ТХЕ – це легкий, вогнебезпечний хлорований аліфатичний вуглеводень, який широко застосовується в промисловості як розчинник для смол, каучуку та знежирення металевих виробів. Вважається, що ТХЕ та продукти його метаболізму дихлороцтова та трихлороцтова кислоти (ДХОК, ТХОК) є найбільш поширеними токсичними забруднювачами питної води в усьому світі.

Згідно даних Міжнародного Агенства по дослідженню раку ТХЕ віднесено до групи 3 – канцероген для людини. Епідеміологічними дослідженнями був виявлений зв'язок між присутністю у питній воді ТХЕ та аномальними наслідками при дітонародженні.

Утворення ТХЕ відбувається в процесі хлорування на етапах підготовки питної води і має сезонні зміни, які значно відрізняються від сезонних змін хлороформу. На відміну від хлороформу кількість утвореного ТХЕ та концентрація його у питній воді залежить не стільки від ступеню органічного забруднення вихідної води, скільки, можливо, пов'язана з його якісним складом та наявністю специфічних органічних речовин природного чи антропогенного походження, які можуть бути попередниками для утворення ТХЕ в процесі хлорування вихідної води.

Завдання

Використовуючи величину канцерогенного потенціалу (табл.1), розрахувати ризик дії хлорорганічних сполук, які містяться у питній воді у відповідних концентрації (табл. 2) з використанням наведеної вище методики УА ЕРА.

Таблиця 1. Стандартні критерії розрахунку канцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням води хлорорганічними сполуками

Величина потенціалу ризику	Хімічні сполуки			
	хлороформ (ХФ)	трихлоретилен (ТХЕ)	чотирихлористий вуглець (ЧХВ)	дибромхлорметан (ДБХМ)
Канцерогенний потенціал перорального ризику, [мг/кг– доба] ⁻¹	0,031	0,0153	0,15	0,094

Таблиця 2. Варіанти для розрахунку ризику дії хлорорганічних сполук

Варіант	Концентрації хлорорганічних сполук, мкг/дм ³			
	ХФ	ТХЕ	ЧХВ	ДБХМ
1	23	7	0,1	0,001
2	30	12	0,07	0,002
3	12	13	0,05	0,003
4	29	6	0,04	0,001
5	19	15	0,06	0,0001
6	12	17	0,1	0,001
7	13	12	0,1	0,004
8	15	7	0,1	0,005
9	17	8	0,02	0,001
10	22	9	0,03	0,001
11	23	10	0,04	0,003
12	29	13	0,06	0,004
13	18	11	0,08	0,0001
14	14	12	0,1	0,0009
15	16	12	0,01	0,005
16	23	7	0,1	0,0008
17	30	8	0,01	0,0006
18	29	15	0,06	0,001
19	32	16	0,04	0,002
20	31	17	0,01	0,001
21	30	11	0,1	0,0007
22	14	12	0,05	0,0006
23	15	13	0,08	0,0004
24	12	16	0,09	0,0005
25	17	17	0,09	0,001

В основу розрахунку покладаються такі вимоги:

- ризик визначається з огляду на щоденне споживання води з даною концентрацією хлороформу протягом всього життя людини;
- існують дані щодо канцерогенного потенціалу сполуки;
- середньодобове споживання води становить 3 дм³;
- середня вага людини – 70 кг;
- розрахований ризик є кумулятивним за 70 років (середня тривалість життя).

Додатково необхідно розрахувати ризик за рахунок дії комбінації цих речовин (загальний ризик буде дорівнювати сумі ризиків окремих сполук) за формулою:

$$\text{Ризик}^{\Sigma n} = \Sigma \text{ризик}^i_n \quad (3)$$

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ОЦІНКА РИЗИКУ ВПЛИВУ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОГО ОРГАНІЗМУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Мета та завдання роботи: ознайомитися з вимогами до проведення оцінки ризику впливу генетично модифікованого організму на навколишнє природне середовище, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України від 2 квітня 2009 р. № 308.

Завдання роботи: керуючись даними вимогами вивчити етапи оцінки ризику впливу генетично модифікованого організму на навколишнє природне середовище.

Основні положення

Для проведення оцінки ризику потенційного впливу (прямого, непрямого, негайного, затриманого) генетично модифікованого організму на навколишнє природне середовище (далі – оцінка ризику) необхідно відповідно до принципу вжиття застережних заходів дотримуватись таких вимог:

- проведення оцінки ризику повинно бути науково обґрунтоване та прозоре, ґрунтуватися на наявних технічних даних;

- оцінка ризику повинна проводитися на підставі розгляду кожного окремого випадку, тобто необхідна інформація може змінюватися залежно від типу генетично модифікованого організму, його запланованого використання та навколишнього природного середовища, враховуючи, що він вже перебуває у навколишньому природному середовищі;

- порівняння визначених характеристик і способу використання генетично модифікованого організму, який має потенційну здатність спричинити негативний вплив, з немодифікованими організмами, від яких він походить, та його використання у відповідній ситуації;

- у разі надходження нової інформації про генетично модифікований організм та його вплив на здоров'я людини або навколишнє природне середовище може виникнути потреба у перегляді результатів оцінки ризику для того, щоб установити чи змінився рівень ризику і чи є потреба у відповідній зміні управління ризиком.

Загальний принцип оцінки ризику для навколишнього природного середовища передбачає також проведення аналізу кумулятивного довгострокового впливу внаслідок вивільнення генетично модифікованого організму. Кумулятивний довгостроковий вплив належить до накопичених впливів на здоров'я людини або навколишнє природне середовище, включаючи флору, фауну, родючість ґрунтів, деградацію органічного матеріалу ґрунтів, трофічні ланцюги, біорізноманіття, здоров'я тварин та проблеми резистентності до антибіотиків.

Залежно від конкретного випадку оцінка ризику повинна враховувати відповідні технічні та наукові особливості характеристик:

- реципієнта або батьківських організмів;

- генетичної модифікації, якщо вона полягає у включенні або видаленні генетичного матеріалу, вектора чи донора;
- генетично модифікованого організму;
- запланованого вивільнення або використання, у тому числі його масштабів;
- навколишнього природного середовища, в яке передбачається вивільнити генетично модифікований організм;
- взаємодії між генетично модифікованим організмом і навколишнім природним середовищем.

Інформація щодо вивільнень подібних організмів та організмів з подібними рисами і їх взаємодії з навколишнім природним середовищем може сприяти проведенню оцінки ризику.

Оцінка ризику для навколишнього природного середовища повинна проводитися такими етапами:

1) ідентифікація властивостей, які можуть викликати шкідливий вплив:

- будь-яка властивість генетично модифікованого організму, пов'язана з генетичною модифікацією, що може призвести до шкідливого впливу на здоров'я людини або навколишнє природне середовище, повинна бути ідентифікована. Порівняння властивостей генетично модифікованого організму з такими само властивостями немодифікованих організмів у відповідних умовах вивільнення або використання дасть змогу ідентифікувати конкретний потенційний шкідливий вплив, який зумовлений генетичною модифікацією. Важливо не пропустити наявність будь-якого потенційно можливого шкідливого впливу на підставі того, що він є малоімовірним;
- потенційно шкідливий вплив генетично модифікованого організму має змінний характер і може бути таким, як:
 - захворювання людини, у тому числі алергічного чи токсичного походження;
 - захворювання тварин та рослин, у тому числі токсичного та алергічного походження;
 - вплив на динаміку популяцій видів у середовищі, в яке вивільняється генетично модифікований організм, та генетичне різноманіття кожної з цих популяцій;
 - зміна сприйнятливості до патогенів, що сприяє поширенню інфекційних захворювань та/або створенню нових джерел чи векторів;
 - загроза профілактичним або терапевтичним заходам у сфері медицини, ветеринарії або захисту рослин, наприклад шляхом переносу генів, що відповідають за резистентність до антибіотиків, які використовуються у медицині чи ветеринарії;
 - дія на біогеохімію (біогеохімічні цикли), зокрема на кругообіг вуглецю та азоту внаслідок змін у розкладанні органічного матеріалу ґрунту;
- шкідливий вплив може бути прямим та непрямим (відбуватися безпосередньо або опосередковано) внаслідок дії механізмів, яка може включати:
 - розповсюдження генетично модифікованого організму в навколишньому природному середовищі;

- перенос введеного генетичного матеріалу до інших організмів або того самого організму, генетично модифікованого або немодифікованого;
- фенотипічну або генетичну нестабільність;
- взаємодію з іншими організмами;
- зміни в управлінні генетично модифікованим організмом, включаючи практику сільського господарства;

2) визначення наслідків кожного потенційно шкідливого впливу, якщо він був виявлений.

Можливо, що на масштаб наслідків впливає навколишнє природне середовище, у яке певний генетично модифікований організм планується вивільнити, та спосіб вивільнення.

3) оцінка вірогідності виникнення кожного потенційного впливу.

Основним фактором оцінки вірогідності або можливості виникнення шкідливого впливу є властивості навколишнього природного середовища, у яке планується вивільнити генетично модифікований організм, та спосіб вивільнення;

4) оцінка ризику, що може спричинитися кожною ідентифікованою властивістю генетично модифікованого організму;

5) розроблення стратегії управління ризиками.

Проведення оцінки ризику дає змогу ідентифікувати ризик, визначити найкращий спосіб і стратегію управління таким ризиком.

б) оцінка загального ризику від застосування генетично модифікованого організму – проводиться з урахуванням будь-якої запропонованої стратегії управління ризиком.

На підставі результатів проведеної оцінки ризику готується інформація для отримання висновків щодо потенційного впливу генетично модифікованого організму на навколишнє природне середовище:

1) у разі коли генетично модифікований організм не є вищою рослиною:

- вірогідність того, що генетично модифікований організм стане стійким та агресивним у природному середовищі перебування в умовах запропонованого вивільнення;

- будь-яка перевага або несприятлива властивість, передана генетично модифікованим організмом, та вірогідність того, що вона проявиться в умовах запропонованого вивільнення;

- потенціал щодо генного переносу до інших видів в умовах запропонованого вивільнення генетично модифікованого організму та будь-яка перевага або несприятлива властивість, передана таким видам;

- потенційний негайний та/або затриманий шкідливий вплив на пряму чи непряму взаємодію між генетично модифікованим і цільовим організмом (у разі можливості);

- потенційний негайний та/або затриманий шкідливий вплив на пряму чи непряму взаємодію між генетично модифікованим і нецільовим організмом, включаючи вплив на рівні популяцій конкурентів, жертв, хазяїв, симбіонтів, хижаків та патогенів;

- можливий негайний та/або затриманий вплив на здоров'я людини, зумовлений потенційною прямою чи непрямою взаємодією між генетично модифікованим організмом та особами, що працюють з ним, вступають з ним у контакт або перебувають у безпосередній близькості до місця його вивільнення;

- можливий негайний та/або затриманий вплив на здоров'я тварин та наслідки для трофічного ланцюга, що є результатом споживання генетично модифікованого організму та будь-якого продукту, який походить від нього, якщо заплановане його використання як корм для тварин;

- можливий негайний та/або затриманий вплив на біогеохімічні процеси, що є результатом потенційної прямої чи непрямой взаємодії генетично модифікованого організму з цільовими і нецільовими організмами, розташованими у безпосередній близькості до місця його вивільнення;

- можливий негайний та/або затриманий, прямий чи непрямий вплив спеціальних методів, що використовуються під час застосування генетично модифікованого організму і відрізняються від методів, що використовуються у разі застосування генетично немодифікованого організму;

2) у разі коли генетично модифікований організм є генетично модифікованою вищою рослиною:

- вірогідність того, що генетично модифікована вища рослина стане стійкішою, ніж реципієнт чи батьківська рослина, у сільськогосподарському середовищі існування або агресивнішою у природному середовищі;

- будь-яке селективне поліпшення або погіршення характеристик генетично модифікованої вищої рослини;

- можливість переносу генів до таких самих або інших статеві сумісних видів рослин в умовах вирощування генетично модифікованої вищої рослини та будь-яке селективне поліпшення або погіршення характеристики видів рослин;

- можливий негайний та/або затриманий вплив на навколишнє природне середовище, що є результатом прямої чи непрямой взаємодії генетично модифікованої вищої рослини з такими цільовими організмами, як хижаки, паразити і патогени (у разі можливості);

- можливий негайний та/або затриманий вплив на навколишнє природне середовище, що є результатом прямої чи непрямой взаємодії генетично модифікованої вищої рослини з нецільовими організмами (беруться до уваги організми, які взаємодіють з цільовими організмами), в тому числі вплив на рівні популяцій конкурентів, травоядних тварин, симбіонтів, паразитів та патогенів;

- можливий негайний та/або затриманий вплив на здоров'я людини, який є результатом потенційної прямої чи непрямой взаємодії генетично модифікованої вищої рослини з особами, що працюють з нею, вступають з нею в контакт або перебувають у безпосередній близькості до місць вивільнення генетично модифікованої вищої рослини;

- можливий негайний та/або затриманий вплив на здоров'я тварин та наслідки для трофічного ланцюга, що є результатом споживання генетично модифікованого організму та будь-якого продукту, який походить від нього і використовується як корм для тварин;

- можливий негайний та/або затриманий вплив на біогеохімічні процеси, що є результатом потенційної прямої чи непрямой взаємодії генетично модифікованого організму з цільовими або нецільовими організмами, розташованими у безпосередній близькості до місць його вивільнення;

- можливий негайний та/або затриманий, прямий чи непрямий вплив на навколишнє природне середовище спеціальних методів вирощування, догляду та збирання врожаю, що застосовуються для генетично модифікованої вищої рослини, у разі, коли вони відрізняються від тих, що застосовуються для генетично немодифікованих організмів.

Терміни, які використовуються в роботі

Біологічна безпека – стан середовища життєдіяльності людини, при якому відсутній негативний вплив його чинників (біологічних, хімічних, фізичних) на біологічну структуру і функцію людської особи в теперішньому і майбутніх поколіннях, а також відсутній незворотній негативний вплив на біологічні об'єкти природного середовища (біосферу) та сільськогосподарські рослини і тварини.

Генетична безпека – стан середовища життєдіяльності людини, при якому відсутній будь-який неприродний вплив на людський геном, відсутній будь-який неприродний вплив на геном об'єктів біосфери, а також відсутній неконтрольований вплив на геном сільськогосподарських рослин і тварин, промислових мікроорганізмів, який призводить до появи у них негативних та/або небажаних властивостей.

Організм, живий організм – будь-яка форма біологічного існування (включаючи стерильні організми, віруси та віроїди), здатна до самовідтворення або передачі спадкових факторів.

Генетично модифікований організм, живий змінений організм (ГМО) – будь-який організм, у якому генетичний матеріал був змінений за допомогою штучних прийомів переносу генів, які не відбуваються у природних умовах, а саме:

- рекомбінантними методами, які передбачають формування нових комбінацій генетичного матеріалу шляхом внесення молекул нуклеїнової кислоти (вироблених у будь-який спосіб зовні організму) у будь-який вірус, бактеріальний плазмід або іншу векторну систему та їх включення до організму-господаря, в якому вони зазвичай не зустрічаються, однак здатні на тривале розмноження;

- методами, які передбачають безпосереднє введення в організм спадкового матеріалу, підготовленого зовні організму, включаючи мікроін'єкції, макроін'єкції та мікроінкапсуляції;

- злиття клітин (у тому числі злиття протоплазми) або методами гібридизації, коли живі клітини з новими комбінаціями генетичного матеріалу формуються шляхом злиття двох або більше клітин у спосіб, який не реалізується за природних обставин.

Продукція, отримана з використанням ГМО – продукція, в тому числі харчові продукти та корми, технологія виробництва якої передбачає використання ГМО на будь-якому етапі.

Генетично-інженерна діяльність – практична сфера діяльності, пов'язана зі створенням, випробуванням та впровадженням ГМО в обіг.

Вивільнення ГМО у навколишнє середовище – діяння (дія або бездіяння), в результаті якого відбулося внесення ГМО у навколишнє середовище.

Система замкнена – система здійснення генетично-інженерної діяльності, при якій генетичні модифікації вносяться в організм або ГМО, культивуються, обробляються, зберігаються, використовуються, підлягають транспортуванню, знищенню або похованню в умовах існування систем захисту, що запобігають контакту з населенням та навколишнім середовищем.

Система відкрита – система здійснення генетично-інженерної діяльності, що передбачає контакт ГМО з населенням та навколишнім середовищем при запланованому вивільненні їх у навколишнє середовище, застосуванні у сільськогосподарській практиці, промисловості, медицині та в природоохоронних цілях, передачі технологій та інших сферах обігу ГМО.

Ризик – можливість виникнення та вірогідні масштаби наслідків від негативного впливу на здоров'я людини та довкілля при здійсненні генетично-інженерної діяльності та поводженні з ГМО протягом певного періоду часу.

Аналіз ризику – процес, що складається з трьох взаємопов'язаних компонентів: оцінка ризику ГМО, управління (керування) ризиком та повідомлення про ризик.

Оцінка ризику – науково-обґрунтований процес, який складається з ідентифікації небезпеки ГМО, характеристики небезпеки, оцінки впливу, характеристики ризику.

Управління ризиком – процес вибору альтернативних рішень на підставі результатів оцінки ризику ГМО та в разі необхідності вибору і впровадження відповідних засобів управління (контролю), включаючи регуляторні заходи.

Повідомлення про ризик – взаємний обмін інформацією про ризик ГМО між спеціалістами з оцінки ризику, особами, що здійснюють управління ризиком, заінтересованими торговими партнерами та іншими заінтересованими сторонами.

Державна реєстрація ГМО – занесення ГМО до реєстру з урахуванням оцінки їх ризику щодо впливу на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища з метою подальшого отримання дозволу на практичне використання ГМО в Україні відповідно до їх господарського призначення.

Державний реєстр ГМО – спеціалізований перелік ГМО, які пройшли реєстрацію, з визначенням їх подальшого господарського призначення.

Державний реєстр ГМО джерел харчових продуктів та кормів – спеціалізований перелік ГМО, відносно яких на підставі міжнародних правил і критеріїв оцінки безпечності для здоров'я людини і тварин зроблено висновок про можливість їх використання в якості харчових продуктів та/або кормів, та/або їх джерел.

Обіг – переміщення (транспортування) або зберігання та будь-які дії, пов'язані з переходом права власності чи володіння, включаючи продаж, обмін або дарування.

Прямий вплив – первинний вплив на здоров'я людини або навколишнє природне середовище, що є результатом застосування генетично модифікованого організму і не зумовлений причинним зв'язком подій.

Непрямий вплив – вплив на здоров'я людини або навколишнє природне середовище внаслідок причинного зв'язку подій шляхом взаємодії з іншими організмами, передачі генетичного матеріалу або зміни у його використанні чи управлінні.

Негайний вплив – вплив на здоров'я людини або навколишнє природне середовище, що спостерігається протягом періоду вивільнення ГМО. Негайний вплив може бути прямим і непрямим.

Затриманий вплив – вплив на здоров'я людини або навколишнє природне середовище, який може не спостерігатися протягом періоду вивільнення ГМО, але виявляється як прямий або непрямий вплив на більш пізній стадії або після припинення вивільнення.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ У ВСТАНОВЛЕННІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ЯКІСТЮ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ І ЗАХВОРЮВАНІСТЮ НАСЕЛЕННЯ

Мета роботи: дослідити можливість застосування методології екологічного ризику для визначенні якості харчової продукції.

Завдання роботи: використати методологію екологічного ризику для визначенні якості харчової продукції.

Загальні поняття

У системі чинників, які формують здоров'я людини, харчуванню належить провідна роль. Згідно даних Українського НДІ харчування останнім часом у зв'язку з погіршенням загального статусу життя населення у харчуванні відображається тенденція на вияв дисбалансу харчових речовин із дефіцитом біологічно активних компонентів (вітамінів та мінеральних елементів) і відносним надлишком рафінованих, технологічно оброблених продуктів. Суттєвий вплив на погіршення якості харчових продуктів має також і забруднення навколишнього середовища.

У зв'язку з тим, що харчування відіграє основну роль у накопиченні нутрієнтів, інгредієнтний склад продуктів має надзвичайно велике значення у збереженні здоров'я та попередженні захворювань населення. В Україні спостерігається зростання кількості захворювань, які пов'язані з вживанням неякісних продуктів харчування: їх питома вага становить 27% від загального числа. Тому постає дуже гостро проблема раціоналізації харчування, яке повинне забезпечувати зміцнення здоров'я та підвищення працездатності людини. Вирішення цієї проблеми має два аспекти:

- забезпечення контролю продуктів харчування на наявність у них речовин, шкідливих для здоров'я людини;
- створення наукового обґрунтування фізіологічних норм харчування у відповідності з рекомендаціями нутріціології.

На якісні характеристики харчових продуктів впливають ряд чинників: регіон вирощування; екологічний стан даної місцевості; агротехніка; сортові якості; стан продукту на момент споживання.

Порушення або невідповідність нормі заданими критеріями знижує якісні характеристики продуктів харчування або призводить до загрози для здоров'я і життя при його вживанні.

У загальному розумінні *ризик* – це ймовірність виникнення якої-небудь події з передбаченими наслідками за певний проміжок часу. Існує безліч різних визначень ризику для здоров'я. Зокрема, згідно визначенню ВОЗ, *ризик* – це очікувана частота небажаних ефектів, що виникають від дії забруднюючої речовини.

Ризик характеризується трьома аспектами: ймовірністю, наслідками реалізації ризику і важливістю наслідків. У зв'язку з цим, ризик нерідко виражають у вигляді формули:

$$R = F \cdot C, \quad (1)$$

де F – частота подій;

C – наслідки.

Оцінка ризику для здоров'я людини – це кількісна та якісна характеристика шкідливих ефектів, здатних розвинути в результаті дії чинників середовища на людину або групу людей за специфічних умов експозиції.

Разом із терміном "екологічний ризик" у рекомендаціях міжнародних організацій зустрічається термін "ризик, пов'язаний із дією навколишнього середовища". Дане поняття застосовується для характеристики численних ризиків: екологічних та мікробіологічних, ризиків, що пов'язані із різноманітними діями хімічних сполук на здоров'я людини.

При розробці регламентів граничного вмісту шкідливих речовин у компонентах навколишнього середовища встановлено, що як порогові концентрації повинні бути прийняті ті мінімальні величини, які викликають ефект токсичної дії з вірогідністю не менше ніж 16%. Цим порогові концентрації відрізняються від гранично допустимих концентрацій (ГДК), нижче за які ризик захворювання або прояву токсичних ефектів практично не виражений.

Порогові концентрації $C_{пор}$ пов'язані з максимальною недіючими наступним рівнянням:

$$ГДК = \frac{C_{пор}}{K_6} \quad (2)$$

де K_6 – коефіцієнт безпеки, що залежить від класу небезпеки речовини та наявності експериментальних даних про його небезпеку.

Як реальна концентрація при розрахунках екологічного ризику, вибирається середня концентрація речовини, що надходять до організму людини протягом його життя.

Для попередження гострих (негайних) токсичних ефектів повинні застосовуватися максимальні разові гранично допустимі концентрації (ГДК_{мр}).

Розрахунок ризику токсичних ефектів у результаті хронічної (довготривалої) дії забруднюючих речовин у харчових продуктах ґрунтується на наступному *принципі*: якщо максимальна недіюча концентрація (ГДК) гарантує, з вірогідністю менше 5%, відсутність токсичного ефекту впродовж життя людини, то мінімально діюча (порогова) концентрація гарантує, з вірогідністю 95%, його прояв.

Найважливішими загальними принципами аналізу ризику є: системність, наукова обґрунтованість, прозорість і відвертість, концентрація уваги на пріоритетах, динамічність і гнучкість, рівноправність усіх зацікавлених сторін. Оцінка ризику для здоров'я (рис. 1) здійснюється відповідно до наступних етапів:

- ідентифікація небезпеки: виявлення потенційно шкідливих чинників, оцінка зв'язку між чинником, що вивчається, та порушеннями стану здоров'я людини, достатності та надійності наявних даних про рівні забруднення різних об'єктів

навколишнього середовища досліджуваними речовинами; складання переліку пріоритетних хімічних речовин, що підлягають подальшій характеристиці;

- оцінка залежності "доза-відповідь": виявлення кількісних зв'язків між рівнями експозиції та показниками стану здоров'я експозиції;

- оцінка дії (експозиції) хімічних речовин на людину: характеристика джерел забруднення, маршрутів руху забруднюючих речовин від джерела до людини, шляхів їх дії, визначення доз і концентрацій, що впливали у минулому, впливають у сьогоденні або тих, які можливо впливатимуть у майбутньому, встановлення рівнів експозиції для популяції в цілому та її окремих субпопуляцій;

- характеристика ризику: аналіз усіх одержаних даних, розрахунок ризиків для популяції та її окремих підгруп, порівняння ризиків з допустимими (прийнятними) рівнями, порівняльна оцінка та ранжирування різних ризиків за ступенем їх статистичної, медикобіологічної та соціальної важливості.



Рис. 1. Загальна схема аналізу ризику для здоров'я людини

Основними завданнями процесу ідентифікації небезпеки шкідливих хімічних сполук є:

- 1) встановлення класу небезпечні досліджуваної речовини для людини;
- 2) виявлення умов, за яких може реально виявитися негативних ефект, та оцінка відповідності цих умов специфічним особливостям обраного сценарію дії.

Ідентифікація небезпеки повинна включати критичний огляд кожного окремого результату та всієї бази даних, що має відношення до токсичності досліджуваної

речовини. Вона повинна також включати висновки про токсичність для експонованих людських популяцій.

Необхідно мати на увазі, що для деяких хімічних сполук наявна база даних може містити інформацію тільки про окремі дослідження на тваринах. Нерідко наявна інформація складається з суперечливих експериментальних або епідеміологічних даних. Причини таких розбіжностей можуть бути обумовлені тим, що тип, ступінь вираженості або місце прояву токсичності часто варіюють у різних біологічних видів.

Характеристика небезпеки проводиться для умов дії однієї, ізольовано діючої, хімічної сполуки. Разом з тим, людина надзвичайно рідко піддається дії тільки однієї речовини: хімічні сполуки, що використовуються, нерідко містять різні домішки, хімічні речовини використовуються у комбінації з іншими сполуками. Експозиція складних сумішей хімічних сполук модифікується під впливом умов і способу життя, наявності шкідливих звичок (куріння, вживання алкогольних напоїв).

При розрахунку та характеристиці ризику необхідно обов'язково брати до уваги особливості контингенту населення, що оцінюється, властиві йому чинники експозиції та міру експозиції.

Як основні критерії для оцінки кумулятивного ризику, пов'язаного з одночасним надходженням до організму різними шляхами декількох хімічних речовин, доцільно використовувати індекси небезпеки (зіставлення дози (або концентрації) впливу хімічної речовини з величиною безпечного рівня впливу (референтна доза/концентрація) – такого її надходження в організм людини протягом життя, яке з високою часткою імовірності не викличе негативних змін у стані здоров'я населення, включаючи віддалені наслідки і вплив на потомство), запас експозиції та коефіцієнти еквівалентної токсичності.

Для характеристики сумарного токсичного ризику рекомендується застосувати модель незалежної дії (сумація негативних ефектів кожного із шкідливих компонентів суміші). Даний підхід є найбільш нейтральним і достатньо надійним при оцінці кумулятивного ризику хімічних речовин із невідомим механізмом взаємодії.

Кількісна характеристика експозиції передбачає, спочатку, оцінку концентрацій, що впливають, для кожного аналізованого шляху дії, ідентифікованої на попередньому етапі.

Концентрації у точці дії оцінюються з використанням даних, що одержані за допомогою двох основних підходів кількісної характеристики експозиції: прямого та непрямого.

Моделі експозиції – прогнозують характер експозиції людини або населення. Як початкова інформація, у даному випадку, використовуються дані про концентрацію при дії конкретного забруднювача на людину або групу людей, а також про тривалість такої дії. Таким чином, вихідні дані представляють, у цьому випадку, характер діяльності людини з розподілом за часом, а також концентрації шкідливих агентів.

Експозиція характеризує контакт організму з хімічним агентом. Якщо експозиція має місце протягом певного періоду часу, то загальна експозиція повинна бути розділена на той часовий інтервал, який цікавить дослідника. Одержана величина є середньою величиною експозиції на одиницю часу. Середня експозиція може бути виражена як функція маси тіла.

Одержана стандартизована за часом та масою тіла експозиція носить назву "надходження".

Загальна формула для розрахунку величини надходження хімічної речовини має наступний вигляд:

$$I = \frac{C \cdot CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT} \quad (3)$$

де I – надходження (кількість хімічної речовини на межі обміну), мг/кг маси тіла · доба;

C – концентрація хімічної речовини; середня концентрація, що впливає в період експозиції;

CR – величина контакту; кількість забрудненого середовища, що контактує з тілом людини в одиницю часу або за один випадок дії;

EF – частота дій, кількість діб/рік;

ED – тривалість дії, кількість років;

BW – маса тіла: середня маса тіла у період експозиції, кг;

AT – час усереднення; період усереднення експозиції, кількість днів.

За відсутністю специфічних регіональних параметрів, що використовуються у рівнянні для розрахунків експозиції, розрахунок добових доз здійснюється за допомогою стандартних формул (табл. 1)

Таблиця 1. Стандартні формули чинників експозиції при надходженні харчових продуктів

Чинник експозиції	Величина
Тривалість експозиції	
Хронічна дія (дорослі)	30 років
Довічна дія (канцерогени)	70 років
Хронічна дія, діти до 6 років	6 років
Середня тривалість життя	70 років
Надходження з їжею	
Споживання овочей за добу	80 г, 3,4 г/кг
Споживання фруктів за добу	4,3 г/кг
Споживання зернових за добу	200 г
Споживання м'яса за добу	75 – 180 г, 2,1 г/кг
Споживання яловичини за добу	100 г
Споживання молочних продуктів за добу	300 г 260 – 400 г, 8 г/кг
Споживання грудного молока за добу	742 міліграм
Споживання риби	284 г/прийом, 1,17г/день;
Маса тіла	
Маса тіла, дитина ≤ 6 років	14 – 15 кг
Маса тіла, дитина 6 ≤ 18 років	42 кг
Маса тіла, дорослий, 18 та більше років	70 кг

Передбачається, що система оцінки ризику буде використана при управлінні станом навколишнього середовища і дозволить (чи вже дозволяє) визначити наслідки впливу різних хімічних речовин на людину та екосистеми. Адекватна оцінка антропогенного (і природного) ризику повинна забезпечувати стратегії екологічної безпеки та стійкого розвитку.

Під *оцінкою ризику* розуміють такий напрямок гігієнічних та екологічних досліджень, який забезпечує виявлення і прогнозування ймовірності несприятливого впливу на населення шкідливих речовин, а також імовірності порушення стану екосистем.

Існуюча система гігієнічної регламентації умісту шкідливих речовин у навколишньому середовищі досить повноцінно співвідноситься з методологією оцінки ризику. Насправді, як система гранично допустимих концентрацій (ГДК), так і система визначення класів небезпеки речовин (система ризиків) є процедурами оцінки безпеки (чи, навпаки, небезпеки) хімічних речовин.

Принципова відмінність системи ГДК від системи ризиків полягає в тому, що при оцінці ризику використовують концепцію безпорогової дії токсикантів. За даними клітинної онкології, навіть невеликі кількості ряду хімічних речовин можуть викликати мутації на клітинному рівні, що може призвести до злоякісної трансформації кліток.

У результаті можна оцінити ризик додаткової смертності для токсичних речовини, чи визначити небезпеку виникнення симптомів токсичності для різних груп населення.

За визначенням, експозиція – це вплив шкідливого для здоров'я хімічного чи фізичного агента. Величина впливу визначається кількістю агента, що надходить до організму людини через шкіру, легені чи з їжею протягом визначеного проміжку часу.

$$E = CC \times CR \times ED \quad (4)$$

де E – величина експозиції;

CC – концентрація шкідливої речовини;

CR – швидкість надходження шкідливої речовини;

ED – тривалість впливу.

Для оцінки ступеня ризику для здоров'я при хронічному впливі канцерогенів чи просто хімічних токсинів на людину застосовують основне експозиційне рівняння:

$$LADE = \frac{E}{BW \cdot LT} \quad (5)$$

де $LADE$ – щоденна експозиція усереднена за масою тіла та тривалістю життя;

BW – маса тіла;

LT – середня тривалість життя.

У деяких літературних джерелах синонімом експозиції є "контрольована доза".

Для пероральної моделі (при споживанні їжі) інтегральне експозиційне рівняння для цієї моделі має наступний вигляд:

$$LAFIE(ED) = \frac{CC}{LT} \int_{t_0}^{t_0+ED} \frac{ICR(t)}{BW(t)} dt \quad (6)$$

де LAFIE(ED) – щоденна експозиція при споживанні харчових продуктів, усереднена за масою тіла та тривалістю життя;

CC – концентрація агента у досліджуваних продуктах харчування, мг/кг;

ICR – добовий раціон харчування;

ED – тривалість впливу;

BW – маса тіла;

LT – середня тривалість життя;

t – час.

При конкретному раціоні харчування це рівняння можна перетворити:

$$LAFIE(ED) = \frac{CC}{LT \cdot 365} \cdot ED \sum_{A=A_0}^{A=A_0+ED} \frac{ICR(A)}{BW(A)} \quad (7)$$

де LAFIE(ED) – щоденна експозиція при споживанні харчових продуктів, усереднена за масою тіла та тривалістю життя;

CC – концентрація агента у досліджуваних продуктах харчування;

ICR – середньодобовий раціон харчування при відомому сумарному наборі продуктів,

г/доба;

ED – тривалість впливу, доба;

BW – маса тіла, кг;

LT – середня тривалість життя, років (365 днів у році).

У випадку відсутності епідеміологічних даних, що характеризують залежність "доза-ефект", встановлюють величину граничної дози.

Ці величини характеризують умовну межу впливу шкідливої речовини та експозицією, при якій ризик для здоров'я знаходиться на низькому, прийнятному рівні. Однак це не означає, що ризик при подібних впливах цілком відсутній та існує повна гарантія безпеки. З іншого боку, перевищення межі безпечного впливу також не обов'язково призведе до виникнення істотного ризику. Можна лише казати про зростання у цьому випадку ризику несприятливих ефектів.

Ймовірність виникнення несприятливих наслідків пропонується розраховувати за формулою:

$$I_{мов} = -9,15 + 11,66 \cdot \lg\left(\frac{C}{ADD}\right) \quad (8)$$

При вивченні впливу токсичної речовини на здоров'я людей роль незалежної змінної величини відіграє доза цієї речовини (ADD). Функція $q_e(D)$ моделює залежність "доза-відгук" і дає оцінку частоти ризику, що привноситься токсикантом:

$$q_e(D) = 1 - e^{-9,15 \cdot ADD^{11,66}} \quad (9)$$

ЗАВДАННЯ

За наведеним варіантами індивідуальних завдань (таблиця 2) розрахувати:

- коефіцієнти небезпеки поллютантів;
- величину надходження важких металів;
- величину експозиції;

- ступінь ризику для здоров'я при хронічному впливі важких металів на людину;
- ймовірність виникнення несприятливих наслідків;
- оцінку частоти ризику, що привноситься токсикантом.

Таблиця 2. Варіанти для індивідуальних завдань

№ варіанта	Концентрація важких металів в овочевих культурах, мг/кг															
	Капуста білоголова				Морква столова				Буряк столовий				Картопля			
	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn
1	6,5	4,08	0,08	6,11	0,45	0,27	0,051	1,16	0,49	0,41	0,074	3,96	1,91	0,96	0,039	5,15
2	15,9	11,2	0,37	14,52	0,32	0,25	0,031	1,12	0,46	0,36	0,038	4,76	2,12	1,69	0,048	8,95
3	13,3	5,26	0,11	6,3	0,64	1,12	0,07	5,72	1,24	0,54	0,11	7,46	7,54	2,05	0,18	20,1
4	8,7	4,02	0,12	11	0,3	0,66	0,041	4,05	0,54	0,38	0,081	4,91	1,93	0,75	0,05	5,36
5	7,4	4,67	0,3	10,2	0,32	0,34	0,027	3,12	0,57	0,39	0,061	3,78	1,78	0,59	0,039	5,98
6	8,2	7,27	0,09	8,4	0,4	0,59	0,024	2,26	0,49	0,42	0,046	3,72	2,25	0,92	0,044	7,31
7	8,4	5,94	0,09	13,6	0,46	0,81	0,024	1,99	0,61	0,63	0,052	3,72	1,24	1,32	0,051	6,99
8	7,2	5,7	0,1	13,9	0,38	0,25	0,024	1,22	0,51	0,36	0,038	3,82	2,01	1	0,046	9,17
9	11,1	5,7	0,19	7,05	0,32	0,39	0,026	4,28	0,47	0,44	0,039	3,14	4,01	0,79	0,039	6,13
10	7,2	3,76	0,21	8,4	0,32	0,47	0,041	4,51	0,52	0,39	0,041	4,04	1,99	0,93	0,048	6
11	11,1	3,51	0,19	13,4	0,29	0,26	0,037	5,86	0,66	0,4	0,052	5,12	4,44	1,25	0,04	12,15
12	10,3	5,6	0,21	13,1	0,32	0,25	0,029	2,08	0,6	0,4	0,02	3,72	2,84	1,17	0,05	7,87
13	2,36	1,79	0,14	2,78	1,76	0,91	0,1	3,13	0,54	0,38	0,02	3,68	3,05	1,9	0,059	11,67
14	2,28	1,76	0,12	2,68	0,64	0,61	0,11	1,34	2,66	1,9	0,1	5,81	8,47	2,26	0,191	22,82
15	2,75	1,63	0,19	5,81	0,72	0,25	0,11	2,32	1,04	0,36	0,02	3,68	2,86	0,96	0,061	8,08
16	2,62	0,76	0,13	3,51	1,18	0,29	0,039	2,01	0,59	0,36	0,12	3,99	2,71	0,8	0,05	8,7
17	2,47	1,82	0,02	4,3	0,59	0,36	0,03	1,65	0,53	0,36	0,02	3,71	3,18	1,13	0,055	10,03
18	3,28	0,94	0,14	3,06	0,41	0,48	0,026	2,74	0,91	0,43	0,021	4,69	2,17	1,53	0,062	9,71
19	2,29	1,81	0,04	2,93	0,41	0,27	0,039	3,12	0,51	0,39	0,02	3,68	2,94	1,21	0,057	11,89
20	2,34	1,76	0,09	3,04	0,29	0,95	0,021	0,96	0,59	0,39	0,02	3,74	4,94	1	0,05	8,85
21	2,29	1,82	0,13	2,94	1,97	1,26	0,11	6,78	0,56	0,4	0,02	3,51	2,92	1,14	0,059	8,72
22	2,3	1,76	0,04	2,91	0,89	0,24	0,026	0,99	1,12	0,39	0,08	19,4	5,37	1,46	0,051	14,87
23	2,46	1,8	0,01	4,16	0,29	0,72	0,057	1,14	0,36	0,39	0,07	6,36	3,77	1,38	0,061	10,59
24	3,58	1,76	0,04	4,08	0,31	0,69	0,02	2,01	2,17	1,39	0,17	20,7	3,98	2,11	0,07	14,39
25	2,42	1,81	0,02	4,12	0,44	0,25	0,02	1,96	0,56	0,89	0,07	7,34	9,4	2,47	0,202	25,54

Примітка: *ГДК для Cu становить 5, Pb – 0,5, Cd – 0,03, Zn – 10 мг/кг

Рекомендована література

Основна література

1. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А. Екологічна безпека : підручник. Житомир: Поліський національний університет, 2021. 332 с.
2. Словник-довідник з дисципліни «Екологічна безпека» / Укл.: Л.О. Герасимчук, Р.А. Валерко. Житомир, 2022. 70 с.
3. Управління безпекою розвитку промислових підприємств : монографія / Вікторія Прохорова, Світлана Мушнікова ; Укр. інж.-пед. акад. Харків : Вид-во Іванченка І. С., 2023. 390 с.
4. Енергетична безпека України: перспективна модель управління ризиками: монографія / [О. М. Суходоля, Ю. М. Харазішвілі, Г. Л. Рябцев ; за ред. О. М. Суходолі] ; Нац. ін-т стратег. дослідж. , Центр безпекових дослідж. Київ : НІСД, 2023. 150 с.
5. Формування та управління системою продовольчої безпеки : монографія / [Работін Ю. А. та ін.] ; за заг. ред. канд. екон. наук, доц. Згадової Н. С., канд. екон. наук. доц. Неустроєва Ю. Г. ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Каф. екон. теорії та фінанс.-екон. безпеки. Харків : Вид-во Іванченка І. С., 2021. 246 с.
6. Екологічна безпека продуктів харчування: навч. посіб. / О. М. Крайнюков, А. Н. Некос, Я. О. Білецька ; Харків. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2023. 119, [1] с.
7. Територіальний розвиток, природне довкілля, економіка: наукові розвідки / Петро Жук ; [наук. ред. В. С. Кравців] ; НАН України, ДУ "Ін-т регіон. дослідж. ім. М. І. Долішнього НАН України". Львів : АТБ, 2023. 257 с.
8. Екологічна модернізація та органічне виробництво в системі екологічної безпеки : монографія / Калетнік Григорій Миколайович, Лутковська Світлана Михайлівна ; Вінниц. нац. аграр. ун-т. Вінниця : ВНАУ, 2022. 357 с.
9. Екологічна безпека України: глобальний і регіональний виміри : [монографія] / А. А. Омельченко ; НАН України, Держ. установа "Ін-т економіки природокористування та сталого розвитку НАН України". Київ : Ін-т економіки природокористування та сталого розвитку НАН України, 2021. 299 с.
10. Екологічна природна та техногенна безпека : підруч. для ЗВО / І. С. Єремєєв, А. О. Дичко. Одеса : Гельветика, 2022. 432 с.
11. Екологічна безпека : навч. посіб. / [О. І. Мороз та ін.] ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2021. 290 с.
12. Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України : колект. монографія / [О. В. Антоновський та ін.] ; за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба ; Полтав. держ. аграр. акад. Полтава : Астроя, 2020. - 216 с.
13. Продовольча та екологічна безпека України в умовах воєного стану : колект. монографія / [О. О. Бендасюк та ін. ; уклад.: О. І. Дребот та ін.] ; за наук. ред. д-ра екон. наук, проф., акад. НААН Дребот О. І. ; Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т агроекології і природокористування. Київ : НУБіП України, 2022. 265 с.
14. Екологічна безпека та економіка : монографія / М. І. Сокур [та ін.] ; Кременчуц. нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2020. 238 с.