

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИСТВА І АРХІТЕКТУРИ

**НОРМУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЕМІСІЙ ЗАБРУДНЕННЯ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Методичні рекомендації
до практичних занять з дисципліни «Нормування та прогнозування
емісій забруднення навколишнього середовища»
для здобувачів III – го освітньо-наукового рівня (доктор філософії)
спеціальності 101 «Екологія»

Київ 2021

УДК
ББК
Ц

Укладач: Василенко Л.О., к.т.н., доц., Ткаченко Т.М., д.т.н., проф.,
Волошкіна О.С., д.т.н., проф.

Рецензент к.т.н., доцент Котовенко О.А.

Відповідальний за випуск В.В. Трофімович, канд. техн. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри охорони праці і навколишнього
середовища, протокол № 9 від 18 травня 2021 року.*

Видається в авторській редакції

Містить методичні вказівки до виконання практичних робіт.

Призначено для здобувачів III – го освітньо-наукового рівня
(доктор філософії) спеціальності 101 «Екологія» для практичного
використання при аналізі антропогенного забруднення довкілля та
закріплення теоретичного матеріалу.

Зміст

	Вступ	4
1.	Теоретичні основи нормування антропогенного навантаження на природне середовище	5
2	Нормування якості води	6
3	Нормування якості повітря	12
4	Нормування якості ґрунту	16
5	Контрольні запитання	21
6	Література	25

Вступ

Розглянуті теоретичні основи сучасної системи екологічного нормування інгредієнтного забруднення, яка включає комплекс природоохоронних нормативів, регламентів, правил та вимог, які спрямовані на забезпечення екологічної безпеки населення, охорону навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів.

Метою вивчення курсу є оволодіння пошукувачами умінь та компетенцій у нормуванні антропогенного навантаження на природне середовище, нормуванні якості природних сфер, екологічному нормуванні антропогенного навантаження на природне середовище, що характеризуються методичними підходами до проблем екологічного нормування, показників нормування забруднюючих речовин у повітрі, ґрунті та водних об'єктах, а також в усвідомленому оцінюванні нормативів екологічної безпеки, проведенні нормування впливу техногенних об'єктів на природне середовище й нормування викидів і скидів.

Завдання курсу:

- підготувати пошукувачів, рівень професійних знань яких відповідає сучасним вимогам практичної діяльності кваліфікованого фахівця.
- вміти обґрунтовувати форми і методи оцінок якості природного середовища, ступені забруднення довкілля, системи управління якістю природного середовища, екологічного нормування антропогенних забруднень,
- знати нові економічні світові підходи до раціонального використання природних ресурсів та ресурсозбереження;
- вибирати оптимальну стратегію господарювання та/або природокористування в залежності від екологічних умов.

1. Теоретичні основи нормування антропогенного навантаження на природне середовище

Нормування антропогенного навантаження на природне середовище — це вид діяльності з керування довкіллям, спрямований на збереження і поліпшення якості навколишнього середовища та охорони здоров'я людини від негативного впливу його забруднення.

Нормування - це діяльність по встановленню гранично допустимих впливів людини на природу.

Мета нормування - забезпечення науково обґрунтованого поєднання економічних і екологічних інтересів як основи суспільного прогресу - в певній мірі компроміс між економікою і екологією. Визначена таким чином мета нормування антропогенного навантаження на оточуюче природне середовище передбачає наявність граничних умов (нормативів) як на самий вплив, так і на фактори середовища, які відображають і сам вплив, і відгуки на нього екосистем.

Основними об'єктами нормування антропогенного навантаження на природне середовище є рівні концентрацій забруднюючих речовин у навколишньому середовищі, рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного та іншого шкідливого впливу на навколишнє середовище, рівні вмісту шкідливих речовин у продуктах харчування; рівні викидів та скидів у навколишнє середовище забруднювальних хімічних речовин; рівні шкідливого впливу фізичних та біологічних факторів.

Основним завданням нормування є розробка нормативів. Нормативи лежать в основі вимірювання балансу екологічних і економічних інтересів людини. Вони необхідні для створення гармонічних еколого-економічних систем. Міра розумного поєднання інтересів - це гранично допустимий рівень антропогенних впливів, перевищення яких створює небезпеку для природного середовища та здоров'я людини.

Нормативи (нормативні матеріали) — це комплекс довідкової інформації, необхідної для визначення норм збереження і поліпшення якості навколишнього середовища та охорони здоров'я людини, оптимізації негативного впливу антропогенного навантаження на природне середовище.

Нормативи антропогенного навантаження на природне середовище являються основою для визначення правомірності поведінки суб'єктів екологічних правовідносин, визначають ступінь ефективності виконання екологічних і правових наказів. Від показників антропогенного навантаження на природне середовище залежить і реалізація екологічних прав людини, і проведення екологічних експертиз, і міра еколого-правової відповідальності, і оцінка екологічного ризику, і багато іншого. Нормативи антропогенного навантаження на природне середовище повинні відображати вимоги до нього різних споживачів і забезпечувати збереження екологічної рівноваги в природних екосистемах в межах їх саморегуляції.

Норматив стає юридично обов'язковим з моменту затвердження його компетентними органами Держкомсанепіднаглядом і Міністерством екології і природних ресурсів України.

2. *Нормування якості води*

Нормування якості - встановлення в нормативно-конструкторській документації кількісних і якісних вимог до безпечності.

Нормування включає відбір номенклатури показників, техніко-економічне обґрунтування значень показників, встановлення вимог до якості, ідентифікація потенцій небезпечності, встановлення вимог до методів експертизи та контролю показників безпечності. До нормативної бази оцінювання якості води входять загальні вимоги до складу і якості води, значення ГДК речовин у воді водних об'єктів. Загальні вимоги

визначають доступній склад і властивості води, які оцінюють найважливішими фізичними, узагальненими хімічними і бактеріологічними проказниками.

Таблиця 1

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення

Речовина	ГДК мг/л	Речовина	ГДК, мг/л
Санітарно-токсикологічні показники шкідливості			
Анілін	0,1	Нітрохлорбензол	0,05
Арсен	0,03	Піридин	0,2
Бензол	0,5	Поліакриламід	2,0
Берилій	0,0002	Роданіди	0,1
Гексаметилендимін	0,01	Ртуть	0,0005
Гексахлорбензол	0,05	Свинець	0,03
Гексоген	0,1	Тетраетилсвинець	0
Нітрити нітрати(за нітрогеном)	10,0	Формальдегід	0,01
Загально санітарні лімітуючі показники щільності			
Аміак(за нітрогеном)	2,0	Тринітротолуол	0,5
Циметилформамід	10,0	Фенол(карболова кислота)	0,001
Кадмій	0,001	Хлор активний	0
Капролактам	1,0	Хлорбензол	0,02
Кобальт	0,1	Хром тривалентний	0,5
Мідь	1,0	шестивалентний	0,1
Нікель	0,1	Хлорофос	0,05
Тіофос	0,003	Цинк	1,0
Чотири хлористий вуглець	0,3	Толуол	0,5
Органолептичні лімітуючі показники шкідливості			
Бензин	0,1	Залізо	0,5
Гас	0,1	Нафта з вис. вмістом сірки інша	0,1 0,3
Гексахлоран	0,02	Нафтові кислоти	0,3
Динітробензол	0,5	Пікринова кислота	0,5
Цихлорбензол	0,002	Пропілен	0,5
Цихлорфенол	0,002	Сірковуглець	1,0
ДДТ	0,1	Скипидар	0,2

Таблиця 2

Клас небезпечності і ГДК у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування

№з/п	Назва речовини	Клас небезпечності	ГДК, мг/л
1	Аміак (за азотом)	3	2,0
2	Амонію сульфат (за азотом)	3	1,0
3	Активний хлор	3	відсутня
4	Ацетон	3	2,2
5	Бензол	2	0,5
6	Дихлоретан	2	0,02
7	Залізо	3	0,3
8	Кадмій	2	0,001
9	Капролактам	4	-
10	Кобальт	2	0,1
11	Кремній	2	10
12	Марганець	3	0,1
13	Мідь	3	1,0
14	Натрій	2	200,0
15	Нафтопродукти	4	0,1
16	Ніколь	3	0,1
17	Нітрати (N0)	3	45
18	Нітрити (ИОг)	2	3,0
19	Ртуть	3	0,0005
20	Свинець	2	0,03
21	Селен	2	0,01
22	Скипидар	4	0,2
23	Фенол	4	0,001
24	Хром (III-валентний)	3	0,5
25	Хром (VI-валентний)	3	0.05
26	Цинк	3	1,0
27	Етиленгліколь	3	1,0

При перевищенні ГДК вода стає непридатною для одного або декількох видів водокористування.

Склад та властивості води у водних об'єктах повинні відповідати нормативам у створі, закладеному на водостоках на 1км вище найближчого за течією пункту водокористування (господарське-питне водопостачання, місце купання, територія населеного пункту), - а на непроточних водоймах – в радіусі 1 км від пункту водокористування.

Таблиця 3

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водойм
рибогосподарського призначення

Речовина	ГДК, мг-л ⁻¹
Аміак	0,05
Арсен	0,01
Бензол	0,5
Кадмій	0,005
Магній	40
Мідь	0,001
Нафта і нафтопродукти: - в розчиненому стані - в емульсованому стані	0,001 0,05
Ніколь	0,1
Свинець	0,1
Сірковуглець	1,0
Смолисті речовини, що вимиваються з дерев хвойних порід	2,0
Таніди	10
Феноли	0,001
Хлор вільний	0
Хлорофос	0
Цинк	0,05
Ціаніди	0,05

Задача. Визначити категорію водойм за даними концентраціями (табл. 4). Для визначення використовувати таблиці 1 - 3. Зробіть висновки.

Таблиця 4

Вихідні данні

Речовина мг/л	Варіант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Аміак	0,1	0,05			0,25			0,05		0,25		0,05			0,05
Арсен			0,01	1,0		0,95		0,001	0,95		0,001			0,001	
Бензол	-		0,45		0,1		0,5			0,1		0,2			0,3
Кадмій	-	0,002		0,5	0,005			0,004	0,004	0,005			0,004	0,004	
Магній	42	40			50		35			50		40			
Мідь	-		0,01	0,05		0,1		0,001			0,001		0,1	0,001	0,001
Ніколь	1,2	0,1					1,5		0,1			0,1			
Свинець	0,2		0,5			0,8		0,1		0,1	0,1		0,8	0,1	
Сірковуглець		1,0			1,5		2,0		1,5			1,5			0,5
Феноли	0,002			0,001		0,2					0,001		0,2		
Хлор вільний	-	0,3	0						0,2		0,4			0	
Хлорофос	0,001			0,3		0			0,001			0,001	0		0,001
Ціаніди			0,5		0,05	0,006	0,25			0,05			0,006	0,1	
Амонію сульфат (за азотом)	1,2	1,0		0,9			1,5	2,0			2,0				2,0

Речовина мг/л	Варіант														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Активний хлор			0,2		0,1			0		0,1					0,1
Ацетон	2,5			3,0		2,5		0,5					2,2	0,5	
Залізо	0,35		0,3						3,0			0,5		0,3	
Кобальт					0,3	0,2	0,1			1,1		0,3			
Кремній		10		15					11		15		10		9,0
Марганець	0,05	0,1				0,2	0,07				0,5				
Натрій			200		199				205		200			201	
Нафтопродукти				0,1		0,08		0,08	0,1		0,1				1,0
Нітрати (N0)		45			30		35			40		40			
Нітрити (NOx)	4,0		4,5			4,0					3,0				3,0
Ртуть				0,001				0,004			0,003		0,01	0,005	
Селен		0,01			0,02		0,1			0,05		0,1			
Скипидар	0,3		0,1						0,1				0,2		0,1
Хром (III)		0,5		0,4				0,5		0,4			0,45		
Хром (VI)	0					0,06		0,05					0,5	0	
Цинк			1,2	1,0			1,5		1,0			1,1			1,0

3. Нормування якості повітря

Регламентується встановленням науково-технічних нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин: ГДКап, ГДКмр, ГДКсд, ГДКрз, ГДКнп, ГДКтп, ОБРВ.

Забруднюючі речовини відрізняються за ступенем шкідливості: по сукупності токсикологічних характеристик їх відносять до різних класів небезпеки. Тому існує показник - індекс забруднення атмосферного повітря, який об'єднує сукупність характеристик

Індекс забруднення атмосферного повітря розраховується за сумою нормованих концентрацій, приведених до концентрації речовин 3-го класу небезпеки (всього розрізняють 4 класи небезпеки, найбільш небезпечні відносяться до 1-го класу).

Ступінь забруднення атмосферного повітря встановлюється з врахуванням кратності перевищення речовин ГДК, їх класу небезпеки, допустимої повторюваності концентрації заданого рівня, кількості речовини, яка одночасно присутня в повітрі, коефіцієнтів їх комбінованої дії.

Оцінка стану повітряного середовища. Для оцінки стану повітряного середовища в цілому запропонований ряд комплексних показників забруднення атмосфери (сумісно з декількома забруднюючими речовинами). Найпоширенішим є комплексний індекс забруднення атмосфери ($I_{за}$). Його розраховують як суму нормованих за ГДК_{сд} і приведених до концентрації діоксиду сірки середнього вмісту різних шкідливих речовин:

$$I_{за} = \sum_{i=2}^{\bar{i}} I_i = \sum_{i=2}^{\bar{i}} \left(\frac{C_i}{GDK_{сд,i}} \right)^{a_i} ;$$

Де: I_i - індивідуальний індекс забруднення для i -ої речовини; C_i - середня концентрація в повітрі i -ої речовини; $GDK_{сд,i}$ - гранично допустима концентрація середньодобова для i -ої речовини; a_i - безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості i -ої речовини до шкідливості діоксиду сірки, яка залежить від того, до якого класу небезпечності належить забруднююча речовина:

Клас небезпечності	1	2	3	4
Константа a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Таблиця 5

Клас небезпечності нормованих речовин

Клас небезпечності	Ступінь небезпечності	Величина ГДК, мг/м ³
I	Надзвичайно небезпечні речовини	≤0,1
II	Високонебезпечні речовини	0,1-1,0
III	Помірhoneбезпечні речовини	1,0-10,0
IV	Малонебезпечні речовини	>10,0

Комбіновані дії хімічних речовин:

- синергізм, коли одна речовина посилює дію іншої;
- антагонізм, коли одна речовина послаблює дію іншої;
- сумація або адитивна дія, коли дія речовин в комбінації шумується.

У випадку присутності в атмосферному повітрі декількох забруднюючих речовин, які мають здатність до сумарної дії їх сумарно допустима концентрація повинна відповідати умові:

$$\frac{C_1}{\tilde{A}\tilde{E}_1} + \frac{\tilde{N}_2}{\tilde{A}\tilde{E}_2} + \dots + \frac{\tilde{N}_i}{\tilde{A}\tilde{E}_i} \leq 1,$$

де: C_1, C_2, \dots, C_n – фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі, при одночасному відборі проб в одній місцевості, мг/м³. $\tilde{A}\tilde{E}_1, \tilde{A}\tilde{E}_2, \dots, \tilde{A}\tilde{E}_n$ – гранично допустимі концентрації цих речовин в атмосферному повітрі, мг/м³.

Таблиця 6

ГДК деяких шкідливих речовин у повітрі населених пунктів

Речовина	ГДК _{сд}	ГДК _{м.р.}	К
Тверді речовини (пил)	0,15	0,2	3
Двоокис сірки	0,05	0,5	1,0
Двоокис азоту	0,04	0,085	0,8
Окис азоту	0,06	0,4	1,2
Окис вуглецю	3,0	5,0	60
Аміак	0,04	0,2	0,8
Хлористий водень	0,2	0,2	4,0
Ціаністий водень	0,01	-	0,2
Окис кадмію	0,001	-	0,02
Свинець	0,0003	0,03	0,005
Сірководень	0,005	0,03	0,1
Бенз(а)перен	0,000001	-	0,00002

Фенол	0,003	0,01	0,06
Формальдегід	0,003	0,035	0,06
Фтористий водень	0,005	0,2	0,1

Примітка: $\hat{E} = \tilde{A}\tilde{E}_{\text{па}}^{\delta\hat{a}} / \tilde{A}\tilde{E}_{i.\delta}^{SO_2}$

На територіях, які підлягають посиленій охороні, встановлюють більш жорсткі вимоги – ГДК повинні бути зменшені на 20%

Задача. Визначити допустиму концентрацію оксиду вуглецю за умов сумарної дії його з оксидом сірки та сірководнем, зробити відповідні висновки.

Дані для розрахунків таблиця 7: концентрація оксиду сірки в повітрі житлової зони становить – X мг/м³, концентрація сірководню – Y мг/м³.

ГДК_{с.д.} для речовин наведені в таблиці 6.

Таблиця 7

Вихідні данні

речовина мг/м ³	Варіант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	0,001	0,012	0,01	0,005	0,003	0,12	0,007	0,008	0,09	0,02	0,001	0,08	0,002	0,06	0,025
Y	0,009	0,004	0,001	0,005	0,015	0,006	0,01	0,006	0,001	0,001	0,005	0,025	0,01	0,002	0,05
речовина мг/м ³	Варіант														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	0,01	0,08	0,009	0,06	0,05	0,012	0,015	0,06	0,05	0,12	0,02	0,012	0,04	0,03	0,07
Y	0,001	0,009	0,005	0,003	0,005	0,002	0,009	0,003	0,012	0,01	0,006	0,005	0,02	0,003	0,01

Задача. Визначити загальну суму збору за забруднення довкілля за рік, якщо підприємством-природокористувачем у кожному кварталі в межах ліміту в атмосферне повітря викидалось (таблиця 8):

Таблиця 8 – Вихідні дані для розрахунку

Назва речовини	Викид, т
Пил неорганічний (газоподібні фтористі сполуки)	10,02
Азоту оксиди	40,09
Аміак	0,51
Спирт н-бутиловий	Спирт н-бутиловий

Крім того, у межах ліміту в атмосферу поступило: 0,356 т речовини А з ОБРВ 0,005 мг/м³. Підприємство знаходиться в м. Херсон.

Задача. На основі вихідних даних задачі 1, визначити аналогічну суму збору за рік для вказаного підприємства при умові, що: 1) джерело забруднення протягом 20 днів листопада працювало у режимі понадлімітного викиду; 2) при роботі джерела у режимі понадлімітного викиду кількість забруднюючих речовин кожної доби у 3 рази перевищувала нормативне значення. Режим роботи джерела викиду – безперервний. У розрахунках приймається, що 1 квартал становить 90 діб.

Задача. Визначити річні платежі за скиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами, якщо на підприємстві витрачено таку кількість палива (таблиця 9):

Таблиця 9 - Вихідні дані для розрахунку

Вид палива	Вид палива Витрати палива, т
Дизельне біопаливо	700,5
Бензин сумішевий	100,5
Бензин неетилований	70,98
Стиснений природний газ	20,56

Підприємство розташоване у м. Вінниця.

4. Нормування якості ґрунту

Нормативи ГДК_{гр} розроблені для речовин, які можуть мігрувати в атмосферне повітря або ґрунтові води, знижувати врожайність або погіршувати якість сільськогосподарської продукції, а також продуктів харчування рослинного походження.

Нормування забруднюючих речовин в ґрунті здійснюється за трьома напрямками:

- нормування вмісту шкідливих хімічних речовин в орному шарі ґрунту;
- нормування накопичення токсичних речовин на території підприємства;
- нормування забруднення ґрунту в житлових районах, переважно в місцях збереження побутових відходів.

Значення ГДК деяких хімічних речовин в ґрунтах наведено в табл.10.

Таблиця 10

Назва речовини	ГДК мг/кг	Назва речовини	ГДК, мг/кг
Метали:		Нітрати	130
Ванадій	150	Миш'як	20
Кобальт (рухлива форма)	5,0	Сірководень	0,4
Марганець,	700	Фосфор	200
pH = 4	300	Фториди	10
pH = 5,1-5,9	400	Ароматичні:	
pH =6	500	Бензол	0,3
Мідь (рухлива форма)	3,0	Ізопропилбензол	0,5
Нікель	4,0	Ксилоли	03
Ртуть	2,1	Стирол	0,1
Свинець	32	Толуол	0,3
Свинець (рухлива форма)	6,0	Добрива та ПАР:	
Хром	6,0	Рідкі комплексні	80
Цинк	23	Азотно-калійні	120
Неорганічні сполуки.		Поверхнево активні	0,2

Номенклатура ГДК хімічних речовин в ґрунті складає декілька видів найменувань. За ступенем шкідливості хімічні речовини за умови їх систематичного проникнення у ґрунт розташовуються в такій послідовності: пестициди та їх метаболіти, важкі метали, мікроелементи, нафтопродукти, сірчисті сполуки, речовини органічного синтезу тощо. В ґрунтах нормується в основному вміст пестицидів, тобто отрутохімікатів, які використовуються для боротьби із шкідниками, хворобами, бур'янами, паразитами, гризунами - інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів, акарицидів тощо. Деякі нормативи вмісту пестицидів наведені в таблиці 11.

Таблиця 11

Нормативи вмісту пестицидів в ґрунті та допустимих кількостях в продуктах харчування

Інсектицид	ГДКгр	ДЗК
Хлорофос	0,5	1,0
Карбофос	2,0	1,0 - 3,0
Дихлордифенілтрихлоретан (ДДТ)	0,1	0,5
Гексахлоран	1,0	1,0
N –ізомер гексахлорану	1,0	2,0
Поліхлорпінен	0,5	0,0
Поліхлоркамфен	0,5	0,1
Севін	0,05	0,0

Пестициди - це хімічні сполуки (речовини), які використовуються як засоби захисту рослин і тварин від шкідливих організмів. Залежно від ступеня небезпечності для людей і тварин пестициди поділяють на:

- > високотоксичні - 50-200 мг/кг;
- > середньо токсичні - 200-1000 мг/кг;
- > малотоксичні - понад 1000 мг/кг.

Цілком придатну оцінку екологічного стану земель можна отримати за допомогою даних, що характеризують рівень пестицидного навантаження, однак для більшої об'єктивності необхідно мати інформацію про залишкову кількість пестицидів у ґрунтах і рослинах.

Таблиця 12

Нормативи оцінок пестицидного забруднення ґрунтів

Тип екологічної ситуації	Залишкова кількість пестицидів, мг/га д.р.	У ґрунті	У рослинах
Сприятлива	<3	Не виявляється	Не виявляється
Задовільна	3 – 4	< ГДК	< ГДК
Передкризова	4 – 5	< ГДК	< ГДК
Кризова	5 – 6	1,1 – 1,5ГДК	1,1 – 1,5ГДК
Катастрофічна	>6	1,6 – 10ГДК	1,6 – 10ГДК

Оскільки ґрунти досить часто є забрудненими одночасно декількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів:

$$Z_c = \left(\sum_{s=1}^n Kc_i \right) - (n-1); \text{ де: } Z_c - \text{сумарний показник забрудненості}$$

ґрунтів; Kc_i - коефіцієнт концентрації i -того хімічного елементу в пробі ґрунту; n – кількість врахованих хімічних елементів.

Коефіцієнт концентрації визначається за формулами:

$$K_c = C/C_f; \text{ або } K_c = C/ГДК$$

де: C – реальний вміст хімічного елементу в ґрунті, мг/кг; C_f – фоновий вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, мг/кг; ГДК – гранично допустима концентрація забрудненої речовини, мг/кг.

Сумарний показник забрудненості може бути визначений як для всіх елементів однієї проби, так і для ділянки території за геохімічною вибіркою.

Оцінка небезпечності забруднення ґрунтів комплексом хімічних елементів за показником Z_c виконується за оціночною шкалою.

Таблиця 13

Орієнтовна оціночна шкала небезпечності забруднення ґрунтів за сумарним показником Z_c

Категорія забруднення ґрунту Z_c	Z_c	Зміна показників якості здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
Допустима	≤ 16	Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
Помірно небезпечна	16 – 32	Підвищення загального рівня захворюваності
Небезпечна	32 -128	Підвищення загального рівня захворюваності, кількості часто хворіючі дітей, дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи
Дуже небезпечна	>128	Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофій немовлят).

Задача. Ґрунт в населеному пункті одночасно забруднений кількома хімічними інгредієнтами, їх концентрація, мг/кг. Данні для розрахунку таблиця 12. Зробити висновок.

Висновок. Оцінка забруднення ґрунту в населеному пункті, згідно таблиці 11, допустима чи недопустима.

Таблиця 14

Вихідні данні

речовина мг/м ³	Варіант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ванадій	200	220	-	160	240	-	150	150	200	400	200	-	250	150	-
Нікель	5	6	8	-	4	9	4,5	5	-	2	5	3	8	-	7,5
Сірководень	0,6	0,8	1	0,5	-	1,2	0,9	0,6	0,5	-	-	0,5	0,9	1	0,4
Бензол	-	-	0,4	0,6	0,5	0,5	-	-	0,3	0,5	0,5	0,8	-	0,4	0,5
Ртуть	2,5	3	4	3	3	2,8	4	5	2,2	2,5	3	2,3	2,5	2,1	3
речовина мг/м ³	Варіант														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Нітрати	150	190	200	-	-	200	150	-	-	-	140	100	200	-	130
Фториди	20	12	15	10	20	15	10	25	30	19	21	22	16	20	15
Миш'як	20	-	-	25	30	-	35	30	25	35	-	-	-	15	-
Хром	-	4,5	7	8	4,5	5	-	7	8,5	6	8	9	6,5	6	6
Стирол	1	0,5	0,25	0,2	0,3	0,25	0,1	1	0,6	0,2	0,6	0,2	0,5	0,15	0,25

Контрольні запитання

1. Дати характеристику методиці екологічного нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище.
2. Дати характеристику методам згортання інформації про біоту, використання індексів стану, індексів-маркерів, умовних функціоналів та функцій бажаності.
3. Дати характеристику методам згортання інформації про забруднення, надійності вимірювань, міри навантаження, індексів забруднення та реакції біотестів.
4. Дати характеристику методам визначення граничних значень антропогенних навантажень на природне середовище.
5. Дати характеристику максимально недіючого навантаження, коефіцієнтам запасу та методам, що залучають «зовнішню» інформацію.
6. Дати характеристику методу розрахунку граничного значення навантаження.
7. Дати характеристику методам екологічного нормування антропогенних впливів і навантажень на навколишнє середовище.
8. Дати характеристику методу екологічного нормування, заснованого на аналізі і матеріального балансу.
9. Дати характеристику методу екологічного нормування, заснованого на допустимих дозових навантаженнях.
10. Охарактеризувати організаційні принципи забезпечення екологічної безпеки і послідовність екологічного нормування.
11. Дати характеристику вибору полігону досліджень, міри навантаження, параметрів біоти та форми залежності доза – ефект.
12. Охарактеризувати види нормативів, етапи процедури нормування та область адекватності нормативів.

Контрольні запитання

1. Дати характеристику оцінюванню стану повітряного середовища.
2. Дати визначення сумарної допустимої концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та максимального значення приземної концентрації шкідливої речовини.
3. Дати визначення ГДВ шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери.
4. Дати характеристику реального хімічного навантаження на людину при забрудненні повітряного середовища.
5. Проаналізувати розмір відшкодування збитків в результаті

наднормових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

6. Пояснити передумови створення санітарно-захисних зон.

Контрольні запитання

1. Дати характеристику методиці екологічного нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище.

2. Дати характеристику методам згортання інформації про біоту, використання індексів стану, індексів-маркерів, умовних функціоналів та функцій бажаності.

3. Дати характеристику методам згортання інформації про забруднення, надійності вимірювань, міри навантаження, індексів забруднення та реакції біотестів.

4. Дати характеристику методам визначення граничних значень антропогенних навантажень на природне середовище.

5. Дати характеристику максимально недіючого навантаження, коефіцієнтам запасу та методам, що залучають «зовнішню» інформацію.

6. Дати характеристику методу розрахунку граничного значення навантаження.

7. Дати характеристику методам екологічного нормування антропогенних впливів і навантажень на навколишнє середовище.

8. Дати характеристику методу екологічного нормування, заснованого на аналізі матеріального балансу.

9. Дати характеристику методу екологічного нормування, заснованого на допустимих дозових навантаженнях.

10. Охарактеризувати організаційні принципи забезпечення екологічної безпеки і послідовність екологічного нормування.

11. Дати характеристику вибору полігону досліджень, міри навантаження, параметрів біоти та форми залежності доза – ефект.

12. Охарактеризувати види нормативів, етапи процедури нормування та область адекватності нормативів.

Контрольні запитання

1. Дати характеристику оцінюванню стану повітряного середовища.

2. Дати визначення сумарної допустимої концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та максимального значення приземної концентрації шкідливої речовини.

3. Дати визначення ГДВ шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери.

4. Дати характеристику реального хімічного навантаження на

людину при забрудненні повітряного середовища.

5. Проаналізувати розмір відшкодування збитків в результаті наднормових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

6. Пояснити передумови створення санітарно-захисних зон.

Контрольні запитання

1. Проаналізувати нормативні показники якості води.

2. Проаналізувати нормативи якості води водойм рибогосподарського призначення.

3. Дати характеристику методам оцінювання якості води.

4. Дати характеристику методу інтегрального оцінювання якості води і методу оцінювання сумарного ефекту якості води.

5. Проаналізувати комплексне оцінювання рівня забрудненості води за заданою лімітуючою ознакою шкідливості.

6. Пояснити екотоксикологічний критерій оцінювання ступеня забруднення води.

7. Проаналізувати використання оцінок стану водних об'єктів за гідрологічними, гідрохімічними, гідробіологічними та мікробіологічними показниками.

8. Дати характеристику гранично допустимого скиду і розрахунку допустимої концентрації забруднюючої речовини у стічних водах.

9. Пояснити розрахунок розміру відшкодування збитків в результаті скиду забруднюючих речовин у водні об'єкти.

10. Пояснити використання нормативів виділення смуг лісів уздовж берегів водних об'єктів та визначення розмірів і меж водоохоронних зон.

Контрольні запитання

1. Дати характеристику використання нормативних показників якості ґрунту. 2. Дати характеристику оцінюванню рівня хімічного забруднення ґрунтів.

3. Проаналізувати оцінювання санітарного стану ґрунтів.

4. Дати характеристику застосування нормативів пестицидного забруднення ґрунтів.

5. Дати характеристику екологічної оцінки ґрунтів населених пунктів.

Контрольні запитання

1. Дати токсикологічну характеристику забруднювальним

речовинам, які потрапляють до продуктів харчування.

2. Проаналізувати нормативи пестицидного забруднення харчових продуктів. 3. Дати характеристику санітарної оцінка продуктів тваринництва.

4. Пояснити нормування вмісту важких металів у харчових продуктах.

5. Дати характеристику нормування забруднення харчових продуктів антибактеріальними речовинами.

Методичне забезпечення дисципліни

Монографії та навчальні посібники

1. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 252 с. – Режим доступу:

<http://ishchenkov.vk.vntu.edu.ua/file/f7566fc6bf39f012b6569cb72a734434.PDF>

2. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П. Техноекологія.- – Херсон.: Олді+, 2018. – 616с.

3. Екологія з основами біобезпеки.ч.1.Інгредієнтне забруднення/ Петрук І.В. та ін. – Херсон.: Олді+, 2019. – 196с.

4. Проблеми забруднення атмосферного повітря при експлуатації аеропортів цивільної авіації/ [О. Запорожець, К. Синило, К. Ульянова, А. Крупко, В. Парашанов]; за ред. К. Синило. – Київ : НЕЦУ, 2018. – 20 с. - Режим доступу:http://necu.org.ua/wp-content/uploads/2018/11/Airport_air_pollution_NECU_2018.pdf

Статті

1.Бондар О.І.1 , Машков О.А., Міхеєв В.С. Системний підхід щодо оцінювання екологічного впливу авіаційної техніки на стан довкілля / Екологічні науки № 1(28), 2020. – С. 191-200. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.30>

2. Marius Nygaard, Isaak Elias Skjeseth Bashevkin, Ute Groba and Catherine Sunter Increased Use of Timber in New Buildings in Oslo and Akershus: Potentials and GHG Emission Effects. *Front. Built Environ.*2019. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2019.00131>

3.Jan Tigges, Tobia Lakes High resolution remote sensing for reducing uncertainties in urban forest carbon offset life cycle assessments. *Carbon Balance and Management.* 17. 2017. <https://doi.org/10.1186/s13021-017-0085-x>

4.Felix Ekaradt, Jutta Wieding, Anika Zorn Paris Agreement, Precautionary Principle and Human Rights: Zero Emissions in Two Decades? *Sustainability* 2018, 10(8), 2812; <https://doi.org/10.3390/su10082812>

5. Jing Gan, Linheng Li, Qiaojun Xiang, Bin Ran A Prediction Method of GHG Emissions for Urban Road Transportation Planning and Its Applications. *Sustainability* 2020, 12(24), 10251; <https://doi.org/10.3390/su122410251>

6. Tobias Borsdorff, Agustín García Reynoso, Gilberto Maldonado,

Bertha Mar-Morales, Wolfgang Stremme, Michel Grutter, and Jochen Landgraf Monitoring CO emissions of the metropolis Mexico City using TROPOMI CO observations. *Atmos. Chem. Phys.*, 20, 15761–15774, 2020. <https://doi.org/10.5194/acp-20-15761-2020>

7. Lianfa Li, Mariam Girguis, Frederick Lurmann, Nathan Pavlovic, Crystal McClure, Meredith Franklin, Jun Wu, Luke D.Oman. Ensemble-based deep learning for estimating PM_{2.5} over California with multisource big data including wildfire smoke. *Environment International*. 145 (2020) 106143. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106143>

8. Mehdi Mokhtari, Ali Asghar Ebrahimi, Salimeh Rezaeinia. Prediction of Greenhouse Gas Emissions in Municipal Solid Waste Landfills Using LandGEM and IPCC Methods in Yazd, Iran. *Environ Health Sustain Dev*. 2020, 5(4): 1145-1154. URL: <http://jehsd.ssu.ac.ir/article-1-239-en.html>

9. Dongsheng Wang, Hong-Wei Wang, Chao Li, Kai-Fa Lu, Zhong-Ren Peng Juanhao Zhao, Qingyan Fu, Jun Pan. Roadside Air Quality Forecasting in Shanghai with a Novel Sequence-to-Sequence Model. *Environ. Res. Public Health* 2020, 17(24), 9471; <https://doi.org/10.3390/ijerph17249471>

10. Damilola E. Babatunde, Ambrose N. Anozie, James A. Omoleye, Oluwaseun Oyebode, Olubayo M. Babatunde, Oluranti Agboola. Prediction of global warming potential and carbon tax of a natural gas-fired plant. *Energy Reports*. Volume 6, Supplement 9, December 2020, Pages 1061-1070. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.11.076>

11. Lexuan Ye, Yungang Wang. Long-Term Air Quality Study in Fairbanks, Alaska: Air Pollutant Temporal Variations, Correlations, and PM_{2.5} Source Apportionment. *Atmosphere* 2020, 11(11), 1203; <https://doi.org/10.3390/atmos11111203>

12. Wenke Wang, Xiaoqiong You, Kebei Liu, Yenchun Jim Wu, Daming You. Implementation of a Multi-Agent Carbon Emission Reduction Strategy under the Chinese Dual Governance System: An Evolutionary Game Theoretical Approach. *Environ. Res. Public Health* 2020, 17(22), 8463; <https://doi.org/10.3390/ijerph17228463>

13. Jianwei Wang, Kun Wang, Tianling Qin, Hanjiang Nie, Zhenyu Lv, Fang Liu, Xiaoqing Shi, Yong Hu. Analysis and prediction of LUCC change in Huang-Huai-Hai river basin. *Open Geosciences*. Volume 12: Issue 1. 2020. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0112>

14. Héctor Jorquera, Ana María Villalobos. Combining Cluster Analysis of Air Pollution and Meteorological Data with Receptor Model Results for

Ambient PM2.5 and PM10. Environ. Res. Public Health 2020, 17(22), 8455; <https://doi.org/10.3390/ijerph17228455>

15. Owen Affor Maku, Promise Oghenevwede Ikpuri. A multivariate analysis between renewable energy, carbon emission and economic growth: new evidences from selected middle east and north africa countries. International journal of energy economics and policy. Vol 10, No 6 (2020). <https://doi.org/10.32479/ijeep.10074>

Інтернет-ресурси

1. Типова методика визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості. Основні положення. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN21921>

2. УкрНЦЕМ [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.sea.gov.ua>.

3. Департамент екологічної безпеки [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua>

4. Нормативно-законодавча база [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.

5. GISdevelopment [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.gisdevelopment.net>.

6. GreenpeaceInternational [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.greenpeace.org>

7. Звіт з оцінки впливу на довкілля [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/3576/reports/7f104f0bfe436c57811f1f33b65c1b44.pdf>

8. ЗВІТ з оцінки впливу на довкілля Технічне переоснащення системи енергозабезпечення сушильних барабанів №№ 1, 2, 3 сушильного відділення Криворізького заводу ПрАТ «Хайдельберг Цемент Україна» з метою заміщення природного газу твердим альтернативним паливом [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/zvit-ecology_OVD.pdf

9. Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України [Електронний ресурс] // Режим доступу: <file:///C:/Users/%D0%A2%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%D0>

%BD%D0%B0/Downloads/448-Article%20Text-834-1-10-20180509.pdf

10. КопицяЄ.М. Правові засади нормування у галузі охорони атмосферного повітря / Є.М. Копиця. – Дисертаційна робота. – Харків, 2016. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://dspace.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/12099/1/Kopytsia_2016_dus.pdf

11. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2016 році [Електронний ресурс] // Режим доступу:https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/888/88755/Attaches/dopovid_pro_stan_nps_v_harkivskiy_oblasti_u_2016_rotsi.pdf?sv

12. До проблеми нормування дрібнодисперсного пилу в Україні [Електронний ресурс] // Режим доступу:<http://dspace.zsmu.edu.ua/bitstream/123456789/6462/1/152-155.pdf>

13. Аналітична довідка щодо тенденцій в період 1990 –2016 рр. та прогнозів екологічної структури парку, споживання палив і викидів забруднювальних речовин автотранспортом в Україні, а також забруднення повітря у м. Києві. [Електронний ресурс] // Режим доступу:[http://www.insat.org.ua/files/menu/tk/info/energo/UA_Road_Transport_&_Emissions_\(AR-SRTRI_06_2017\)_v4_2.pdf](http://www.insat.org.ua/files/menu/tk/info/energo/UA_Road_Transport_&_Emissions_(AR-SRTRI_06_2017)_v4_2.pdf)

14. Krajowy program ochrony powietrza do roku 2020 (z perspektywą do 2030), Ministerstwo Środowiska Departament Ochrony Powietrza, Warszawa, 2015. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mos.gov.pl/g2/big/>

15. CO2 emission standards for passenger cars and light-commercial vehicles in the European union: https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-LCV-CO2-2030_ICCTupdate_201901.pdf

Інформаційні ресурси та веб-сайти

1. <http://library.knuba.edu.ua/>
2. [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=S&I21DBN=ARD&P21DBN=ARD&S21FMT=JwU_B&S21ALL=%28%3C.%3EU%3D%D0%911\\$%3C.%3E%29&Z21ID=&S21SRW=TIPVID&S21SRD=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=20](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=S&I21DBN=ARD&P21DBN=ARD&S21FMT=JwU_B&S21ALL=%28%3C.%3EU%3D%D0%911$%3C.%3E%29&Z21ID=&S21SRW=TIPVID&S21SRD=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=20)
3. Веб-сайт: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/646/oj>
4. European emission standards: https://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards

5. CO₂ emission performance standards for cars and vans (2020 onwards): https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en
6. Reducing CO₂ emissions from passenger cars - before 2020: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en
7. AECC - Legislation for Sustainable Mobility - Euro 7 and Euro VII: <https://www.aecc.eu/legislation-for-sustainable-mobility/>
8. Guidance
9. Industrial emissions standards and best available techniques. How the Industrial Emissions Best Available Technique (BAT) regime works from the end of the transition period. 2020. <https://www.gov.uk/guidance/industrial-emissions-standards-and-best-available-techniques>
10. Industrial Emissions. Prevention and control of industrial emissions: <https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/index.htm>
11. Industry & health. Industrial emissions: <https://eeb.org/work-areas/industry-health/industrial-emissions/>
12. Environmental Protection Agency (Industrial Emissions)(Licensing) (Amendment) Regulations 2020 S.I. No. 190 of 2020: <https://www.epa.ie/pubs/legislation/industrialemissionslicensing/environmentalprotectionagencyindustrialemissionslicensingamendmentre.html>
13. European Union (Environmental Impact Assessment) (Environmental Protection Agency Act 1992) (Amendment) Regulations 2020, S.I. No. 191 of 2020: <https://www.epa.ie/pubs/legislation/industrialemissionslicensing/europeanunionenvironmentalimpactassessmentenvironmentalprotectionagenc.html>
14. Industrial Emissions Licensing Legislation: <https://www.epa.ie/pubs/legislation/industrialemissionslicensing/>
15. The Role of Industrial Emissions Within the EU: Trends and Policy, 2020: <https://climatepolicyinfohub.eu/role-industrial-emissions-within-eu-trends-and-policy>
16. Industrial Emission Directive (IED), 30.04.2020: <https://www.compostnetwork.info/industrial-emission-directive-ied/>