

Практичне заняття № 12

Тема: Порядок розрахунку величин викиду забруднюючих речовин промисловими підприємствами в атмосферу

Мета: ознайомитися з порядком розрахунку величин викиду забруднюючих речовин промисловими підприємствами в атмосферу. Показати важливість даної проблеми та її вплив на життєдіяльність людей, підвищувати активність щодо отримання глибоких знань з дисципліни, виховувати у здобувачів відповідальність за вибрану професію. Розвинути екологічне мислення, розвиток вмінь вибирати з наданої інформації основне та аналізувати почуте, самостійно опрацьовувати літературу з заданої тематики.

Основні поняття: величина викиду, забруднююча речовина, якість навколишнього середовища.

Обладнання: персональні комп'ютери, компоненти програмного забезпечення MS Office 365 (Teams, PowerPoint, Word, Excel), електронне освітнє середовище "Віртуальний університет"(на базі платформи Moodle).

План:

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми.

2. Контроль опорного рівня знань.

Контроль опорного рівня знань проводиться у вигляді фронтального опитування, питання для перевірки базових знань за темою заняття:

2.1. Назвіть у чому полягає основні цінність ґрунтів.

2.2. Забруднення ґрунтів – це ..?

2.3. У якому випадку землі вважаються забрудненими?

2.4. Ким встановлюються факти забруднення (засмічення) земель та ґрунтів?

2.5. Як поділяють забруднення ґрунтів за величиною зон та рівнем?

2.6. Як поділяють ґрунти за ступенем забруднення?

2.7. Назвіть та охарактеризуйте процеси та чинники деградації ґрунтів.

2.8. За яких умов виникає фізичне пошкодження земель?

2.9. Основні чинники деградації ґрунтів.

2.10. Основні напрямки розроблення нормативів вмісту забруднюючих речовин в ґрунті?

2.11. Гранично допустима концентрація забруднюючих речовин – це...?

2.12. Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в орному шарі ґрунту ($GDK_{гр}$) – це...?

2.13. Основні методи оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів.

2.14. Орієнтовна оціночна шкала небезпечності забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення ґрунтів.

2.15. Особливості оцінювання санітарного стану ґрунтів.

2.16. Нормативи оцінок пестицидного забруднення ґрунтів.

2.16. Класифікація пестицидів за способом дії.

3. Формування професійних вмінь та навичок.

Теми доповідей:

- 1) Забруднення ґрунтів пестицидами та його нормування.
- 2) Забруднення ґрунтів нітритами та нітратами та його нормування.
- 3) Забруднення ґрунтів важкими металами та його нормування.
- 4) Токсична дія важких металів накопичених у ґрунті та способи її зниження.
- 5) Періодичність контролю забруднення ґрунту важкими металами.
- 6) Моніторинг стану ґрунтів.

Теоретичні відомості

1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин котельнею

Тверді частки. Розрахунок викиду твердих часток летучої золи і палива, що не догоріло (т/рік, г/с) і викидається в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу при спалюванні твердого палива й мазуту, здійснюється за формулою:

$$M_{\text{ТЧ}} = N \cdot B \cdot A^r \cdot \chi \cdot (1 - \eta) \quad (1)$$

де B – витрати палива, т/рік або г/с; N – кількість котлів; A^r – зольність палива, %; χ – коефіцієнт зольності, що залежить від типу топки; η – частка твердих часток, що уловлюються в золоуловлювачах (у даному завданні приймається рівною ступеню очистки).

Примітка: Для сажі гранично допустима максимально разова концентрація (ГДК_{м.р.}) дорівнює 0,2 мг/м³, а гранично допустима середньодобова концентрація (ГДК_{с.с.}) дорівнює 0,15 мг/м³. Клас небезпеки – 3.

Діоксид сірки. Розрахунок викиду оксидів сірки в перерахунку на SO₂ (т/рік, г/с), що потрапляють в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу, здійснюється за формулою:

$$M_{\text{SO}_2} = 0,02 \cdot N \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{\text{SO}_2}) \cdot (1 - \eta''_{\text{SO}_2}), \quad (2)$$

де S^r – вміст сірки у паливі, %; η'_{SO_2} – частка оксидів сірки, що зв'язуються летучою золою палива; η''_{SO_2} – частка оксидів сірки, що уловлюються в золоуловлювачі. Інші величини такі ж самі, що й у формулі (1).

Примітка: Для двоокису сірки ГДК_{м.р.}=0,03 мг/м³, ГДК_{с.с.}=0,05 мг/м³. Клас небезпеки – 3.

Оксид вуглецю. Розрахунок викиду оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) здійснюється за формулою:

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q_i^r \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (3)$$

де Q_i^r – теплота згоряння палива (МДж/кг, МДж/м³); R – втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, обумовленої наявністю в продуктах згоряння СО; q_3 – втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, %; q_4 – втрати теплоти внаслідок механічної неповноти згоряння палива, %. Інші величини такі ж самі, що й у формулі (1).

Примітка: Для оксиду вуглецю ГДК_{м.р.}=3 мг/м³, ГДК_{с.с.}=1 мг/м³. Клас небезпеки – 4.

Оксиди азоту. Кількість оксидів азоту (у перерахунку на NO₂), що викидаються в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) розраховується за формулою:

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta), \quad (4)$$

де K_{NO_2} – параметр, що характеризує кількість оксидів азоту, що утворюються на 1 ГДж тепла (кг/ГДж); β – коефіцієнт, що залежить від ступеня зниження викиду оксидів азоту в результаті впровадження технічних рішень. Інші величини такі ж самі, що й у формулі (1).

Примітка: Для діоксиду азоту ГДК_{м.р.}=ГДК_{с.с.}=0,085 мг/м³. Клас небезпеки – 2.

2. Розрахунок викиду забруднюючих речовин при використанні природного газу

Для забезпечення різкого скорочення викиду в атмосферу твердих часток у вигляді золи та сажі, оксидів азоту, сірчистих сполук, можливий перехід котлоагрегатів з твердого палива на природний газ. Практично, крім діоксиду вуглецю і водяної пари, що є результатом реакції горіння, при спалюванні газу утворюються оксиди азоту. Укрупнену оцінку переведення котлоагрегатів на природний газ проводять за калорійністю палива. Кількість природного газу для заміни 1 кг вугілля визначаємо:

$$q_{пр.газ} = \frac{Q_{н.в.}^r \cdot \eta_v}{Q_{н.г.}^r \cdot \eta_g}, \quad (5)$$

де $Q_{н.в.}^r$, $Q_{н.г.}^r$ – нижча теплота згоряння вугілля і природного газу, відповідно, МДж/кг; η_v , η_g – ККД котла при роботі на твердому й газоподібному паливі. У даному завданні дорівнює 0,82 та 0,92 відповідно. Річні витрати природного газу на котельню визначаються за формулою:

$$B_{пр.г.} = B \cdot \frac{q_{пр.г.}}{\rho}, \quad (6)$$

де ρ – питома вага природного газу ($\rho=0,85$ г/м³). Для розрахунку величин викиду у формули (1)-(4) при використанні природного газу необхідно замість B підставляти $B_{пр.г.}$.

3. Розрахунок викиду забруднюючих речовин від зварювальних постів. На шахті N₁ постів зварювання. Режим роботи однозмінний, з п'ятиденним тижнем. Для зварювання використовуються апарати ТД-500-У-2. За рік на

шахті витрачається N_2 електродів N_3 -типу. Кількість зварювального аерозоліу $M_{зв.а.}$, від зварювальних постів розраховується за формулою:

Кількість зварювального аерозоліу $M_{зв.а.}$, від зварювальних постів розраховується за формулою:

$$M_{зв.а.} = N_1 \cdot q_1 \cdot N_2, \text{ г/рік} \quad (7)$$

де $N_2=3000$ – середня кількість електродів, що витрачаються за рік; q_1 – питома кількість зварювального аерозоліу, г/шт.

Примітка: Для зварювального аерозоліу в робочій зоні $ГДК_{р.з.}=4$ мг/м³. Клас небезпеки – 4. Кількість марганцю та його оксидів від зварювальних постів знаходимо:

$$M_{MnO_2} = N_1 \cdot q_2 \cdot N_2, \text{ г/рік} \quad (8)$$

де q_2 – питома кількість марганцю та його оксидів, г/шт. Примітка: Для марганцю та його оксидів $ГДК_{м.р.}=0,05$ мг/м³, $ГДК_{с.с.}=0,01$ мг/м³. Клас небезпеки – 3.

Вихідні дані.

Шахта «Україна» ВО «Селідіввугілля» видобуває вугілля марки – Г-концентрат, добовий видобуток – 2 280 т, річний – 620 000 т. Подача свіжого повітря в шахтні виробки здійснюється через вантажо-людський ствол. Використане повітря викидається через вентиляційні стволи. За даними лабораторії гірничорятувальної служби у вентиляційних викидах забруднюючих речовин немає.

Поверхневий технологічний комплекс шахти розташований навколо клітьового й скіпового стволів, і включає:

- механічні майстерні з постом зварювання металів, а також кузню;
- майстерню вибійного обладнання зі зварювальним постом;
- промислову котельню з постом зварювання;
- столярні майстерні, складські приміщення;
- котельню мікрорайону. Котли промислової котельні й мікрорайону обладнані батарейними циклонами БЦ 2-6, середній ступінь очистки у яких становить 80%.

Необхідно розрахунку величин викиду забруднюючих речовин промисловими підприємствами в атмосферу для кожної технологічної ділянки згідно двох умов: з урахуванням викиду з котельні мікрорайону та без урахування з переходом на газоподібне паливо. Вихідні дані в табл. 1.

Таблиця 1. – Вихідні дані для розрахунку залежно від виду палива

Найменування показника	Позначення	Одиниці виміру	Вид палива	
			вугілля	газ
Зольність палива	A^r	%	11	-
Вміст сірки у паливі	S^r	%	3	-
Нижча теплота згоряння	Q_i^r	МДж/кг	25,95	35,7
Частка оксидів сірки, що зв'язані золю	η'_{SO_2}	відносні одиниці	0,1	0
Частка оксидів сірки, що уловлюються в золюловлювачі	η''_{SO_2}	відносні одиниці	0,1	0
Втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння палива	q_3	%	0,8	0,5
Втрати тепла внаслідок механічної неповноти згоряння палива	q_4	%	20	0,5
Кількість оксидів азоту, що утворюються на 1 ГДж тепла	K_{NO_2}	кг/ГДж	0,2	0,09
Втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, обумовленої наявністю в продуктах згоряння СО	R	-	1	0,5
Коефіцієнт	β	-	0,05	0,1
Коефіцієнт зольності	χ	-	0,002	-
Витрати палива	B	г/с	8500	
Кількість котлів	N	шт.	3	
Кількість постів	N_I	шт.	6	
Питома кількість зварювального аерозолі	q_1	г/шт.	16,3	
Питома кількість марганцю та його оксидів	q_2	г/шт.	1,95	

Примітки: 1. У котельній мікрорайону один котел з параметрами, аналогічними для котлів шахти; 2. Ступінь очистки $\eta=80\%$.

Розв'язок прикладу:

1. Визначаємо обсяг викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні шахти на вугільному паливі.

Розрахунок викиду твердих часток летучої золи і палива, що не догоріли (т/рік, г/с) і викидаються в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу при спалюванні твердого палива й мазуту, здійснюється за формулою (1):

$$M_{тч} = N \cdot B \cdot A^r \cdot \chi \cdot (1 - \eta) = 3 \cdot 8500 \cdot 11 \cdot 0,002 \cdot (1 - 0,80) = 112,2 \text{ г/с} = 3538,34 \text{ т/рік}.$$

Розрахунок викиду оксидів сірки в перерахунку на SO_2 (т/рік, г/с), що потрапляють в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу, здійснюється за формулою (2):

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot N \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}) = 0,02 \cdot 3 \cdot 8500 \cdot 3 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,1) = 1239,3 \text{ г/с} = 39082,56 \text{ т/рік}.$$

Розрахунок викиду оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) здійснюється за формулою (3):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q_i^r \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 0,001 \cdot 3 \cdot 8500 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 25,95 \cdot \left(1 - \frac{20}{100}\right) = 423,504$$

г/с=13355,62 т/рік.

Кількість оксидів азоту (у перерахунку на NO₂), що викидаються в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) розраховується за формулою (4):

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) = 0,001 \cdot 3 \cdot 8500 \cdot 25,95 \cdot 0,2 \cdot (1 - 0,05) = 125,73$$

г/с=3965,02 т/рік.

2. Визначаємо обсяг викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні мікрорайону на вугільному паливі.

Розрахунок викиду твердих часток летучої золи і палива, що не догоріли (т/рік, г/с) і викидаються в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу при спалюванні твердого палива й мазуту, здійснюється за формулою (1):

$$M_{TЧ} = N \cdot B \cdot A^r \cdot \chi \cdot (1 - \eta) = 1 \cdot 8500 \cdot 11 \cdot 0,002 \cdot (1 - 0,80) = 37,4 \text{ г/с} = 1179,45 \text{ т/рік.}$$

Розрахунок викиду оксидів сірки в перерахунку на SO₂ (т/рік, г/с), що потрапляють в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу, здійснюється за формулою (2):

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot N \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}) = 0,02 \cdot 1 \cdot 8500 \cdot 3 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,1) = 413,1 \text{ г/с}$$

=13027,52 т/рік.

3. Розрахунок викиду оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) здійснюється за формулою (3):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q_i^r \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 0,001 \cdot 1 \cdot 8500 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 25,95 \cdot \left(1 - \frac{20}{100}\right) = 141,168$$

г/с = 4451,87 т/рік.

Кількість оксидів азоту (у перерахунку на NO₂), що викидаються в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу розраховується за формулою (4):

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) = 0,001 \cdot 1 \cdot 8500 \cdot 25,95 \cdot 0,2 \cdot (1 - 0,05) = 41,91$$

г/с = 1321,67 т/рік.

3. Визначаємо викид забруднюючих речовин від зварювальних постів. На шахті N1 постів зварювання. Режим роботи однозмінний, з п'ятиденним тижнем. Для зварювання використовуються апарати ТД-500-У-2. За рік на шахті витрачається N₂ електродів N₃-типу.

Кількість зварювального аерозолу від зварювальних постів розраховується за формулою (7):

$$M_{\text{зв.а.}} = N_1 \cdot q_1 \cdot N_2 = 6 \cdot 16,3 \cdot 3000 = 293400 \text{ г/рік} = 0,2934 \text{ т/рік}$$

де N_2 у даному завданні дорівнює 3000.

Кількість марганцю та його оксидів від зварювальних постів знаходимо за формулою (8):

$$M_{\text{MnO}_2} = N_1 \cdot q_2 \cdot N_2 = 6 \cdot 1,95 \cdot 3000 = 35100 \text{ г/рік} = 0,0351 \text{ т/рік}.$$

4. *Визначаємо викиди забруднюючих речовин при використанні природного газу.*

Для забезпечення різкого скорочення викиду в атмосферу твердих часток у вигляді золи та сажі, оксидів азоту, сірчистих сполук, можливий перехід роботи котлоагрегатів твердого палива на природний газ. Практично, крім двоокису вуглецю і водяної пари, що є результатом реакції горіння, при спалюванні газу утворюються оксиди азоту. Укрупнену оцінку переведення котлоагрегатів на природний газ проводять за калорійністю палива.

Обсяг природного газу для заміни 1 кг вугілля визначимо за формулою (5):

$$q_{\text{пр.газ}} = \frac{Q_{\text{н.в.}}^r \cdot \eta_{\text{в}}}{Q_{\text{н.г.}}^r \cdot \eta_{\text{г}}} = \frac{25,95 \cdot 0,82}{35,7 \cdot 0,92} = 0,65,$$

де $\eta_{\text{в}}$, $\eta_{\text{г}}$ у даному завданні дорівнює 0,82 та 0,92 відповідно.

Річні витрати природного газу на котельню визначаються за формулою (6):

$$B_{\text{пр.г.}} = B \cdot \frac{q_{\text{пр.г.}}}{\rho} = 8500 \cdot \frac{0,65}{0,85} = 6500 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для розрахунку величин викиду у формули (1)-(4) при використанні природного газу необхідно замість B підставляти $B_{\text{пр.г.}}$.

Визначаємо кількість викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні шахти на газоподібному паливі.

При роботі котельні шахти на газоподібному паливі в атмосферне повітря не надходять викиди таких забруднюючих речовин, як тверді частки та діоксид сірки, тому розрахунок здійснюється тільки за викидами оксиду вуглецю і оксидів азоту.

Розрахунок викиду оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу здійснюється за формулою (3):

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q_i^r \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 0,001 \cdot 3 \cdot 6500 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 35,7 \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100}\right) = 173,17 \text{ г/с} = 5461,09 \text{ т/рік}.$$

Кількість оксидів азоту (у перерахунку на NO_2), що викидаються в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу розраховується за формулою (4):

$$M_{\text{NO}_2} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{\text{NO}_2} \cdot (1 - \beta) = 0,001 \cdot 3 \cdot 6500 \cdot 35,7 \cdot 0,09 \cdot (1 - 0,1) = 56,39 \text{ г/с} = 1778,31 \text{ т/рік}.$$

В альтернативному варіанті котельня мікрорайону не працює.

Практичне завдання.

Виконайте розрахунок кількості викидів для кожної технологічної ділянки згідно двох умов: з урахуванням викиду з котельні мікрорайону та без урахування з переходом на газоподібне паливо. Вихідні дані в табл. 2, 3.

Таблиця 2 – Витрати палива і кількість котлів шахтної котельні

Варіант	Витрати палива B , г/с	Кількість котлів N , шт.	Варіант	Витрати палива B , г/с	Кількість котлів N , шт.	Варіант	Витрати палива B , г/с	Кількість котлів N , шт.
1	1000	10	11	5000	4	21	8200	6
2	1200	9	12	5200	5	22	8400	7
3	1400	8	13	5400	6	23	8600	8
4	1600	7	14	5600	7	24	8800	9
5	1800	6	15	5800	8	25	7900	10
6	2000	5	16	6000	9	26	8100	1
7	2200	4	17	6200	10	27	8300	2
8	2400	3	18	6400	1	28	8600	7
9	2600	2	19	6600	2	29	8700	4
10	2800	3	20	6800	3	30	8900	5

Примітка: 1. У котельній мікрорайону один котел з параметрами, аналогічними для котлів шахти; Ступінь очистки $\eta=80\%$.

Таблиця 3 – Дані для розрахунку викиду забруднюючих речовин від зварювальних постів

№ варіанту	Кількість постів, N_1	Тип електроду, N_3	Зварювальний аерозоль, q_1 , г/шт.	Марганець та його оксиди, q_2 , г/шт.
1-5	14	АНО-1	7,1	0,43
6-10	12	АНО-3	17,0	1,85
11-15	10	АНО-4	6,0	0,69
16-20	8	АНО-5	14,4	1,87
21-25	6	АНО-6	16,3	1,95
26-30	4	АНО-7	12,4	1,45

4. Підбиття підсумків.

Коротке повідомлення про виконання запланованої мети, завдань заняття, аналіз розглянутих питань.

Мотивація діяльності групи та окремих здобувачів, оцінювання їхньої роботи.

5. Список рекомендованої літератури (основна, додаткова, інформаційні ресурси):

Основна:

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XII від 25 червня 1991 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.

2. Земельний кодекс України № 2768-III від 25.10.2001 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>.

3. Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>.

4. Наказ МОЗ від 14.07.2020 № 1595 Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>.

5. ДСанПіІН 8.8.1.2.3.4-000-2001 Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01#Text>

6. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4362_2004.pdf

7. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / Д.В. Кулікова, А.Г. Рудченко. Дніпро: Національний гірничий університет. 2018. 68 с.

8. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. 93 с.

9. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко, Е. О. Кочанов]. 3-тє вид., доп. і перероб. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 264 с.

10. Петровська М. Нормування якості довкілля: навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 300 с.

11. Збалансоване використання земельних ресурсів: Навчальний посібник. / Клименко М.О., Борисюк Б.В., Колесник Т.М. 2019. 476 с.

Додаткова:

1. Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Конспект лекцій. Житомир: ДАУ, 2005. 2005. 132 с.

2. 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, 2013. 253 с.

3. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів / Т.М. Димань, Т.Г. Мазур. К: ВЦ «Академія», 2011. 520 с.

4. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування / В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак. К: ВЦ «Центр учбової літератури», 2007. 200 с.

5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посібник. 5-те вид., випр. І доп. К.: «Знання», 2007. 422 с.

6. Некос В.Ю., Максименко Н.В., Владимірова О.Г., Шевченко А.Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007. 288 с.

7. 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, 2013. 253 с.

8. Екологія та збалансоване природокористування: навч. посібник. Мальований М.С., Леськів Г.З. Херсон: ОДДІ-ПЛЮС, 2018. 316 с.

9. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища. Навчальний посібник, Львів: Афіша, 2004. 272 с.

10. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: Знання, 2007. 422 с.

Інформаційні ресурси:

1. Верховна Рада України. Розділ «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>

2. Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України: сайт URL: <http://www.menr.gov.ua>.

3. БУДСТАНДАРТ – online сервіс для роботи з нормативними документами: сайт URL: <https://online.budstandart.com/ua/>

4. Цифрова платформа «Екотрансформація». URL: <https://ukraine-oss.com/persha-platforma-cervis-stalyh-rishen-dlya-biznesu-i-gromad-ekotransformacziya/>

5. Професійна Асоціація Екологів України. URL: <https://paeu.com.ua/>

6. Журнал «Екологічна безпека та природокористування». URL: <https://es-journal.in.ua/>

7. Журнал «Інтегровані технології та енергозбереження». URL: <http://ite.khpi.edu.ua/>