

Зіб. №1112 004251

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**О.І.ГЕРАСИМОВ**

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Затверджено вченою радою Одеського державного екологічного  
Університету Міністерства освіти і науки України, як підручник для  
здобувачів вищої освіти за спеціальністю  
“Технології захисту навколишнього середовища”.  
(Протокол №7 від 29.06.2018р.)

586471-EPP-1-2017-1-EE-EPPKA2-SVNE-JP

О д е с а  
Т Е С  
2019

*Друкуються за рішенням вченої ради Одеського державного екологічного університету (протокол № 9 від 25.10.2018 р.)*

**Рецензенти:**

Д-р техн. наук, проф. каф. АЕС Одеського державного політехнічного університету, дир. Центру безпеки довкілля НАН України, Скалозубов В.М.

Президент лаб. екологічного моніторингу та контролю (Ph. Dr., S.Reut, President of LCS Lab., Inc. London, Canada), д-р С. Реут, Лондон, Канада.

**Г 37 Герасимов, Олег Іванович**

Технології захисту навколишнього середовища: підручник/ Герасимов О.І.;  
ОДЕКУ, - Одеса: ТЕС, 2019. - 268 с. ISBN 978-617-7711-25-3

Підручник "Технології захисту навколишнього середовища" спрямований на методичне забезпечення новітньої галузі технологічних основ захисту різноманітних систем навколишнього середовища. Матеріал висвітлює змістовні розділи дисципліни, такі як: забруднюючі та шкідливі фактори, моніторинг та його технічне озброєння, методи захисту та обезпечення, норми екологічної парадигми, роль фундаментальних наук, зокрема фізики, хімії, біології, класичної та прикладної математики.

Видання підготовлено в рамках проекту 586471-EPP-1-2017-1-EE-EPPKA2-SBHE-JP «Комплексна докторська програма з екологічної політики, менеджменту природокористування та техноекології – INTENSE». Підтримка Європейської Комісії видавництва цієї публікації не включає схвалення її змісту, що відображає тільки погляд авторів, і Європейська Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в цьому виданні.

The textbook on 'Environmental Protection Technologies' is aimed at provision of methodological support for the latest field – the technological basics of protection of diverse environmental systems. The content covers informative aspects of the discipline, such as: polluting and harmful factors, monitoring and the relevant technical equipment, methods of protection and safety, norms of the environmental paradigm, and the role of fundamental sciences, Physics, Chemistry, Biology, Classical and Applied Mathematics in particular.

The publication was prepared under the project of 586471-EPP-1-2017-1-EE-EPPKA2-SBHE-JP 'Integrated Doctoral Program for Environmental Policy, Management and Technology – INTENSE.' The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

УДК 531

ISBN 978-617-7711-25-3

© Одеський державний  
екологічний університет, 2019

## ЗМІСТ

		Стор.
Вступ	.....	8
<b>Розділ 1</b>	<b>Фізичні основи і методи опису природних екосистем, термодинамічні властивості й методи діагностики їх забруднення</b> .....	9
1	Характеристики джерел забруднення довкілля і основні методи його захисту .....	10
1.1	Показники якості довкілля .....	10
1.2	Джерела забруднення атмосфери .....	12
1.3	Характеристики пилогазових джерел забруднення повітря .....	13
1.4	Основні властивості аерозолів .....	17
1.5	Шкідливі гази і пари .....	23
1.6	Класифікація води і властивості водних дисперсних систем .....	24
1.7	Класифікація промислових відходів .....	26
1.8	Енергетичне забруднення довкілля .....	27
1.9	Методи захисту довкілля від промислових джерел забруднення .....	29
1.10	Методи очищення пило повітряних викидів .....	32
1.11	Способи очищення газових викидів .....	33
1.12	Класифікація способів очищення стічних вод .....	36
1.13	Методи захисту літосфери .....	37
1.14	Методи захисту довкілля від енергетичних дій .....	37
1.15	Загальні принципи інтенсифікації технологічних процесів захисту довкілля. Фізичні основи і методи опису природних екосистем, термодинамічні властивості й методи діагностики їх забруднювальних речовин .....	38
<b>Розділ 2</b>	<b>Захист атмосфери</b> .....	40
2.1	Очищення повітря від аерозольних домішок .....	40
2.1.1	Гравітаційне осадження частинок .....	40
2.1.2	Відцентрове осадження частинок ..	42
2.1.3	Інерційне осадження частинок .....	43
2.1.4	Фільтрування аерозолів .....	44
2.1.5	Вологе газоочищення .....	47
2.1.6	Осадження частинок в електричному полі .....	48
2.1.7	Термофорез частинок аерозолів .....	51
2.2	Очищення газових забруднюючих речовин .....	51
2.2.1	Абсорбція газових домішок .....	52
2.2.2	Розчини газів в рідинах .....	54
2.2.3	Рівновага в процесах абсорбції .....	56
2.2.4	Матеріальний баланс абсорбції .....	56

2.2.5	Масоперенос в процесі абсорбції	57
2.2.6	Кінетичні закономірності абсорбції	59
2.2.7	Схеми процесів абсорбції	60
2.2.8	Адсорбція газових домішок	61
2.2.9	Теорія адсорбції. Адсорбенти	63
2.2.10	Механізм процесу адсорбції	65
2.2.11	Рівновага при адсорбції	66
2.2.12	Матеріальний баланс процесу адсорбції	68
2.2.13	Кінетика адсорбції	68
2.2.14	Десорбція поглинених домішок	70
2.2.15	Термохімічне знешкодження газоподібних викидів	70
2.2.16	Каталітичні методи	72
2.2.17	Теорія процесу каталізу	73
2.2.18	Кінетика реакцій гетерогенного каталізу	74
2.2.19	Високотемпературне знешкодження газових викидів	75
2.2.20	Конденсація газоподібних домішок	76
2.3	Розсіювання викидів в атмосфері	77
2.3.1	Дифузійні процеси в атмосфері	79
2.3.2	Поширення забруднюючих речовин в атмосфері	80
2.3.3	Зміна концентрації домішок в атмосфері	81
<b>Розділ 3</b>	<b>Ідентифікація та використання до умов галузі сучасних технологій очищення водних об'єктів та ґрунтів. Захист гідросфери</b>	<b>82</b>
3.1	Гідромеханічні способи очищення стічних вод	82
3.2	Відстоювання стічних вод	82
3.3	Відцентрове осадження домішок із стічних вод	84
3.4	Фільтрування стічних вод	86
3.5	Фізико-хімічні методи очищення стічних вод	87
3.6	Коагуляція і флокуляція забруднювальних речовин стічних вод	88
3.7	Очищення флотажі стічних вод	90
3.8	Очищення стічних вод адсорбцією	92
3.9	Іонний обмін в розчинах стічних вод	94
3.10	Очищення стічних вод екстракцією забруднювальних речовин	96
3.11	Зворотній осмос і ультрафільтрація в розчинах стічних вод	98
3.12	Десорбція, дезодорація і дегазація розчинених домішок	100
3.13	Електрохімічні методи очищення стічних вод	101
3.14	Хімічні методи очищення стічних вод	103
3.14.1	Нейтралізація стічних вод	103
3.14.2	Окислення забруднювальних речовин стічних вод	103
3.14.3	Очищення стічних вод відновленням	105

3.14.4	Очищення стічних вод від іонів важких металів	105
3.15	Процеси біохімічного очищення стічних вод	106
3.15.1	Основні показники біохімічного очищення стічних вод	106
3.15.2	Метод аеробного біохімічного очищення	107
3.15.3	Механізм біохімічного розпаду органічних речовин	107
3.15.4	Кінетика біохімічного окислення	108
3.15.5	Анаеробні методи біохімічного очищення	109
3.15.6	Обробка осадів стічних вод	109
3.16	Термічні методи очищення стічних вод	110
3.16.1	Концентрація стічних вод	110
3.16.2	Кристалізація речовин з розчинів	111
3.16.3	Термоокислювальні методи знешкодження стічних вод	112
<b>Розділ 4</b>	<b>Захист літосфери</b>	<b>114</b>
4.1	Гідромеханічні методи обробки рідких відходів	114
4.1.1	Гідромеханічне обезводнення осадів стічних вод	114
4.1.2	Фільтрування осадів стічних вод	116
4.1.3	Відцентрове фільтрування осадів стічних вод	117
4.2	Механічна переробка твердих відходів	118
4.3	Фізико-хімічні основи обробки й утилізації відходів	120
4.3	Реагентна обробка осадів стічної води	120
4.3.2	Фізико-хімічні методи витягання компонентів з відходів	121
4.3.3	Збагачення при рекуперації твердих відходів	122
4.4	Термічні методи обробки відходів	124
4.4.1	Термічні методи знешкодження мінералізованих стоків	124
4.4.2	Термічні методи кондиціонування осадів стічних вод	125
4.4.3	Сушка вологих матеріалів	126
4.4.4	Термохімічна обробка твердих відходів	127
<b>Розділ 5</b>	<b>Захист довкілля від енергетичних дій</b>	<b>129</b>
5.1	Теоретичні основи захисту довкілля від енергетичних дій	129
5.2	Захист довкілля від механічних і акустичних коливань	130
5.3	Захист від теплових випромінювань	135
5.4	Захист від електромагнітних полів і випромінювань	140
5.5	Вплив техногенних випромінювань на біологічні об'єкти	147
5.6	Захист інформаційних та інформаційно - комунікаційних систем (ІІКС) та інфо - комунікаційних мереж як елементів довкілля від впливу зовнішніх сил, у тому числі ЕМ-випромінювань	150
5.7	Радіація. Природні та штучні джерела радіоактивного забруднення. Захист від радіації	153
5.7.1	Теоретичні основи фізики іонізуючого випромінювання	153
5.8	Фізичні принципи взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною	156

5.9	Фізичні основи радіометрії та дозиметрії	165
5.10	Елементи радіоекології та радіаційної безпеки	178
5.10.1	Радіаційне забруднення, його джерела й об'єкти, заходи захисту	197
5.10.2	Ядерний цикл. Ядерний реактор. Безпечність АЕС.	
	Аварія на ЧАЕС	198
5.10.3	Міграція радіонуклідів у атмосфері	201
5.10.4	Міграція радіонуклідів у водоймах	204
5.10.5	Розподіл радіонуклідів у морській екосистемі	205
5.10.6	Міграція радіонуклідів у ґрунті	207
5.10.7	Міграція радіонуклідів в лісі	210
<b>Розділ 6</b>	<b>Радіаційне забруднення харчових продуктів і методи контролю</b>	210
6.1	Види харчових забруднюючих речовин	210
6.2	Терміни і визначення. Область застосування	212
6.3	Вміст радіонуклідів у харчових продуктах	213
6.4	Порядок відбору проб харчових продуктів	214
6.5	Підготовка проб для вимірювання	217
6.6	Вимірювання активності радіонуклідів у харчових продуктах	218
6.7	Визначення відповідності харчових продуктів вимогам радіаційної безпеки	219
6.8	Профілактичні заходи	220
<b>Розділ 7</b>	<b>Утилізація екологічно небезпечних відходів. Ядерні радіоактивні відходи (РАВ).</b>	223
7.1	Обґрунтування необхідності утилізації екологічно небезпечних радіоактивних відходів	223
7.2	Що таке ядерні відходи та процес їх утворення	225
7.2.1	Ядерні відходи, що утворюються при видобутку і обробці уранової руди	226
7.2.2	Ядерні відходи, що утворюються при експлуатації АЕС	226
7.2.3	Ядерні відходи, що утворюються під час переробки відпрацьованого палива	227
7.2.4	Ядерні відходи, що утворюються при виведенні з експлуатації ядерних об'єктів	227
7.2.5	Ядерні відходи, що утворюються при утилізації радіоактивних відходів	228
7.3	Класифікація радіоактивних відходів (РАВ)	228
7.4	Основні принципи поводження з екологічно небезпечними відходами та напрямки їх утилізації	230
7.4.1	Поводження з високорадіоактивними відходами	231
7.4.1.1	Поводження з відпрацьованим паливом	231
7.4.1.2	Остаточний схов відходів	234

7.4.1.3	Схов з можливістю витягування відходів	235
7.4.1.4	Контрольоване тривале геологічне заховання	236
7.4.1.5	Багаторічне тимчасове зберігання	237
7.4.2	Утилізація відходів низького і середнього рівня радіоактивності	237
7.4.2.1	Схов у глибоких геологічних формаціях	238
7.4.2.2	Приповерхневий схов радіоактивних відходів	238
7.4.3	Поводження з відходами дуже низького рівня радіоактивності	239
7.4.3.1	Очищення радіоактивних відходів	239
7.4.3.2	Схов радіоактивних відходів з низькими вимогами безпеки	240
7.4.4	Гранульовані матеріали в технологіях утилізації радіаційно-шкідливих речовин	240
7.4.4.1	Гранульовані матеріали як спосіб захисту від радіації	242
7.4.5	Висновки по концепціях поводження з радіоактивними відходами	245
<b>Розділ 8</b>	<b>Вплив використання зброї на навколишнє середовище</b>	247
8.1	Види екологічно небезпечної зброї та особливості загроз її використання для навколишнього середовища	247
8.1.1	Зброя на нових фізичних принципах	248
8.2	Наслідки використання, зберігання зброї та екологічні загрози	251
8.3	Шляхи профілактики екологічних загроз від зберігання та використання зброї	254
	Предметний покажчик	256
	Література	261