

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 504.3.054

А. В. ЧУГАЙ, канд. геогр. наук, доц., **А. В. КОЛІСНИК**, канд. геогр. наук,
О. В. ДЕМ'ЯНЕНКО, **С. Е. РОМАНЕНКО**
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса
ул. Львовская, 15 м. Одесса, 65016
kolesnik_od@mail.ru

ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Розглянуто та проаналізовано рівень забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я. Виконано оцінку рівня забрудненості на основі розрахунку індексу забруднення атмосфери та показника гранично допустимого забруднення.

Ключові слова: прибережна зона, рівень забруднення, індекс забруднення атмосфери, показник гранично допустимого забруднення

Chugai A., Kolisnyk A., Demianenko O., Romanenko S. ASSESSMENT OF THE AIR POLLUTION LEVEL OF COASTAL ZONE CITIES NORTH WESTERN BLACK SEA

The level of air pollution of coastal zone cities in the North Western Black Sea was considered and analyzed. The estimation of contamination level on the basis of the calculation of air pollution index and the index of maximum allowable pollution is made.

Key word s: coastal zone, level of pollution, air pollution index, index of maximum allowable pollution

Чугай А. В., Колесник А. В., Демяненко О. В., Романенко С. Э. ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗ- НЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Рассмотрено и проанализировано уровень загрязнения атмосферного воздуха городов прибрежной зоны Северо-Западного Причерноморья. Выполнена оценка уровня загрязнения на основе расчета индекса загрязнения атмосферы и показателя предельно допустимого загрязнения.

Ключевые слова: прибрежная зона, уровень загрязнения, индекс загрязнения атмосферы, показатель предельно допустимого загрязнения

Вступ

Регіони України характеризуються значним антропогенним навантаженням на повітряний басейн: в деяких з них головну роль відіграє промисловість, а в інших – зростаючий з кожним роком парк автомобільного транспорту. До таких регіонів відносяться Одеська, Миколаївська та Херсонська області, які географічно включені до прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я. Крім того, ці регіони є рекреаційно-оздоровчими центрами, у зв'язку з чим висувуються більш суворі вимоги до якості природних середовищ, в т.ч. і атмосферного повітря.

Метою даної роботи є просторово-часова оцінка забруднення повітряного басейну міст Одеса, Миколаїв та Херсон на основі методик розрахунку індексу забруднення атмосфери (ІЗА) і показника забруднення атмосфери (ІЗ).

Об'єкт та вихідні матеріали досліджень. Об'єктом дослідження є міста прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я. В якості вихідних даних дослідження використовувалися матеріали «Екологічних паспортів» Одеської, Миколаївської та Херсонської областей та «Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища» за 2003 – 2012 рр. [1 – 8]. Аналізувався середньорічний вміст п'яти основних забруднюючих речовин (ЗР): пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід.

Методи досліджень

В роботі використані методи статистичного та порівняльного аналізу для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря регіонів дослідження. Розглянуто два показники – *ІЗА* і *ІПЗ*.

ІЗА окремою домішкою розраховується за формулою:

$$I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right) C_i, \quad (1)$$

де C_i – константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки речовини і дозволяє привести ступінь шкідливості *i*-ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки.

Вважається, що при $ІЗА \leq 1$ якість повітря за вмістом окремої ЗР відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Комплексний *ІЗА* (*КІЗА*) – це кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери, утвореного *n* речовинами, що присутні в атмосфері міста. *КІЗА* розраховується за формулою:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right) C_i i \right)_n, \quad (2)$$

де \bar{q} – осереднена за часом (місяць або рік), розрахована для поста, міста або групи міст концентрація *i*-ої домішки;
i – домішка.

Для інтегральної оцінки рівня забруднення атмосфери за допомогою *КІЗА* можна використати значення одиничних індексів *ІЗА* тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші. Тобто

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i.$$

Величина I_5 менше 2,5 відповідає чистій атмосфері; від 2,5 до 7,5 – слабо забрудненій; від 7,6 до 12,5 – забрудненій; від 12,6 до 22,5 – сильно забрудненій; від 22,6 до 52,5 – високо забрудненій; більше 52,5 – екстремально забрудненій атмосфері [9].

Згідно з [10], для оцінки й аналізу стану забруднення повітряного басейну також можна використовувати і показник гранично допустимого забруднення (*ГДЗ*) – відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених пунктів, що характеризує інтенсивність і характер сумісної дії всієї сукупності присутніх в ньому шкідливих домішок. *ГДЗ* розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально і затверджених в установленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії ($K_{кд}$), які відображають характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі ЗР (сумація, посилення, ослаблення або незалежна дія). Його цифрове значення встановлюється експериментальним (або розрахунковим) шляхом і виражається в частках від індивідуальних *ГДК* забруднюючих речовин (ЗР). *ГДЗ* розраховується за формулою

$$ГДЗ = K_{кд} \cdot 100 \%. \quad (4)$$

Оцінка фактичного або прогнозного (розрахункового) рівня забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом зіставлення *ІПЗ* однією речовиною або сумарного показника забруднення ($\Sigma ІПЗ$) сумішшю речовин з показником *ГДЗ*. Допустимим визнається рівень, який не перевищує *ГДЗ*.

Показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря однією речовиною розраховується за формулою (3)

$$ІПЗ = \frac{C}{ГДК} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Таблиця 1

Оцінка забруднення атмосферного повітря [10]

Рівень забруднення	Ступінь небезпеки	Кратність перевищення <i>ГДЗ</i>	Відсоток випадків перевищення <i>ГДЗ</i>
Допустимий	Безпечний	< 1	0
Недопустимий	Слабо небезпечний	> 1 - 2	> 0 - 4
Недопустимий	Помірно небезпечний	> 2 - 4,4	> 4 - 10
Недопустимий	Небезпечний	> 4,4 - 8	> 10 - 25
Недопустимий	Дуже небезпечний	> 8	> 25

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення *ПЗ* їх нормативного значення (*ГДЗ*) і включає визначення рівня за-

бруднення (допустимий, недопустимий) і ступеня його небезпеки (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно з табл. 1.

Результати досліджень та їх аналіз

Аналіз вихідної інформації показав, що в усіх містах максимальні перевищення *ГДК* і відповідно максимальні значення одиничних *ІЗА* відзначаються для такої речовини, як формальдегід. Друге місце за рівнем концентрацій займає вміст діоксиду азоту у повітрі.

На рис. 1 наведено динаміку зміни одиничних *ІЗА* для окремих міст в 2003 – 2012 рр. На рис. 2 наведено динаміку зміни *КІЗА* міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Аналіз рисунків показує, що максимальний рівень забруднення відзначається в м. Одеса. Найбільше значення *КІЗА* відзначено у 2004 р. (м. Одеса) і склало 16,07. При цьому для м. Одеса відзначена загальна те-

нденція до зниження рівня забруднення атмосферного повітря. Для мм. Миколаїв та Херсон будь-якої залежності не встановлено. Але в цілому рівень забруднення збільшився за період дослідження.

Виходячи з отриманих значень *КІЗА*, можна виконати класифікацію рівнів забруднення атмосфери міст, що розглядаються. Результати класифікації відповідно до категорій якості атмосферного повітря наведені у табл. 2.

З таблиці видно, що рівень забруднення атмосферного повітря м. Одеса у всі роки характеризувався як «сильно забруднений». Для мм. Миколаїв і Херсон в різні роки відзначалися рівні «слабко забруднений» та «забруднений».

Таблиця 2

Класифікація рівнів забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я

Рік	Рівень забруднення атмосфери		
	Одеса	Миколаїв	Херсон
2003	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2004	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2005	сильно забруднений	слабко забруднений	слабко забруднений
2006	сильно забруднений	слабко забруднений	слабко забруднений
2007	сильно забруднений	слабко забруднений	забруднений
2008	сильно забруднений	слабко забруднений	забруднений
2009	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2010	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2011	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2012	сильно забруднений	забруднений	забруднений

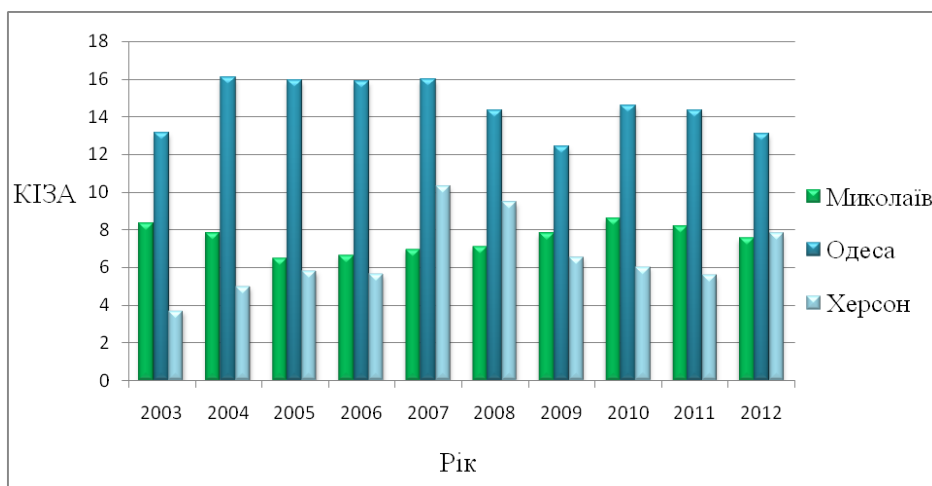
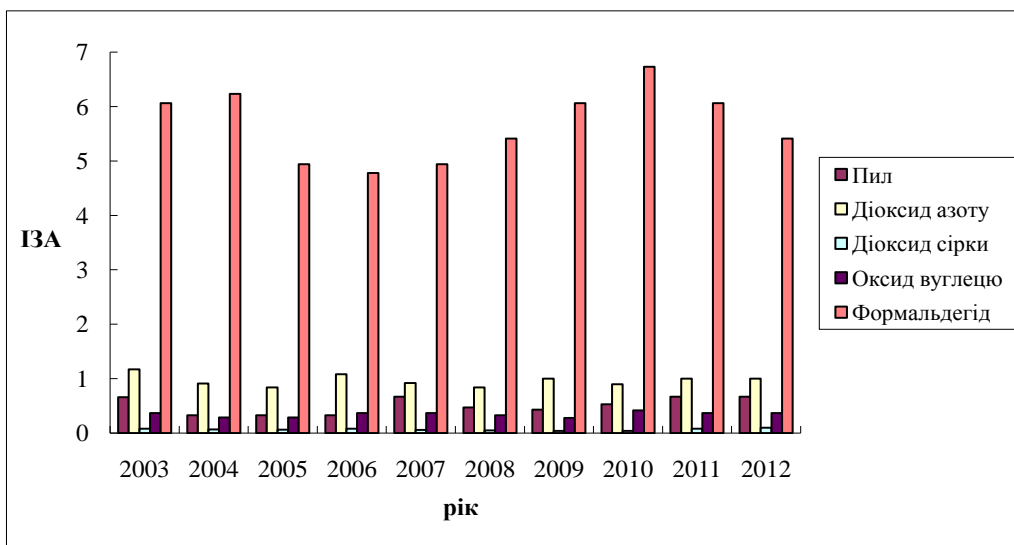
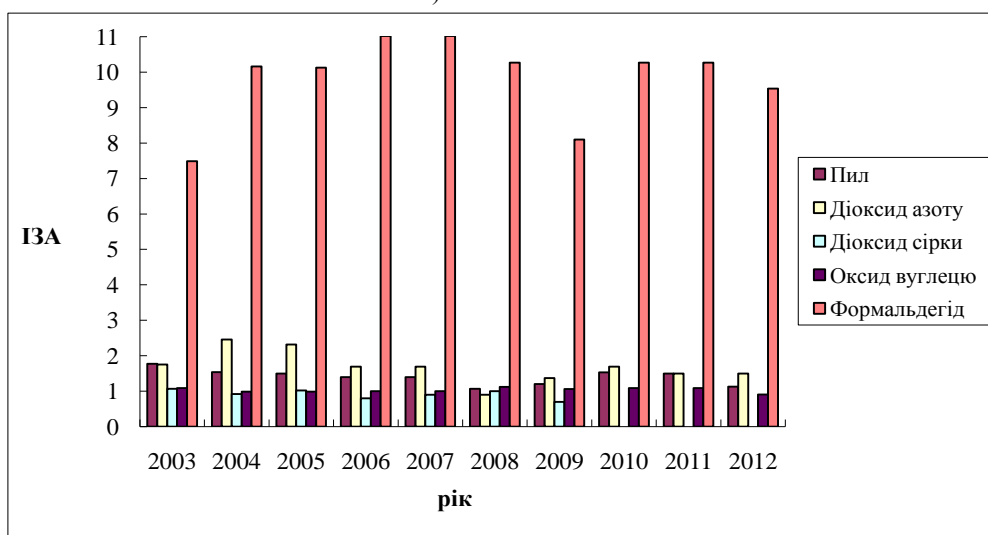


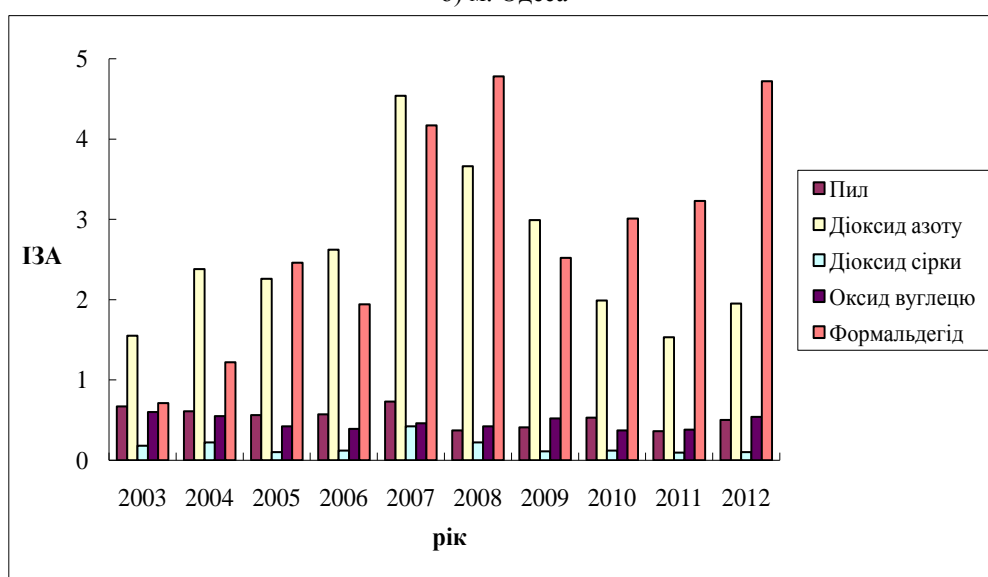
Рис. 2 – Динаміка зміни *КІЗА* міст прибережної зони Північно-західного Причорномор'я



а) м. Миколаїв

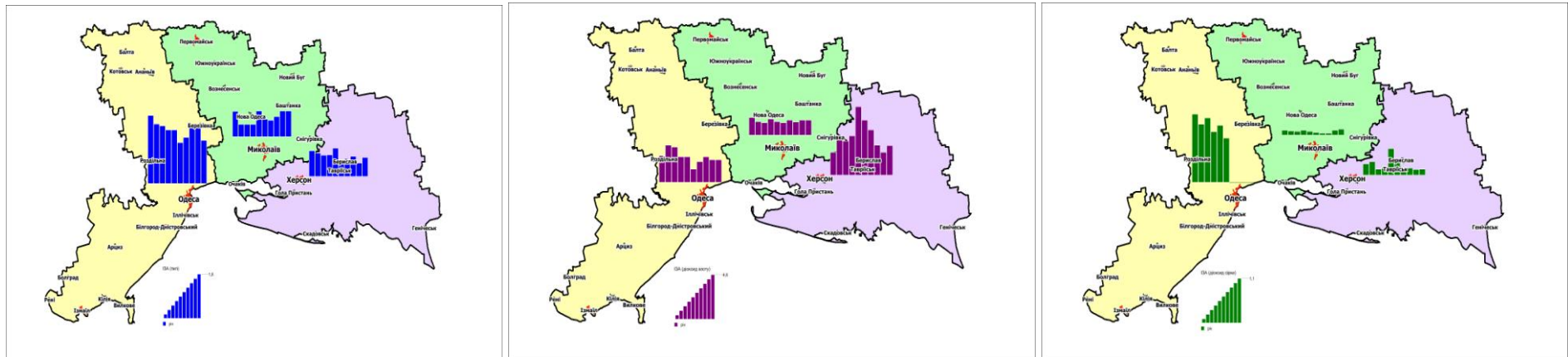


б) м. Одеса



в) м. Херсон

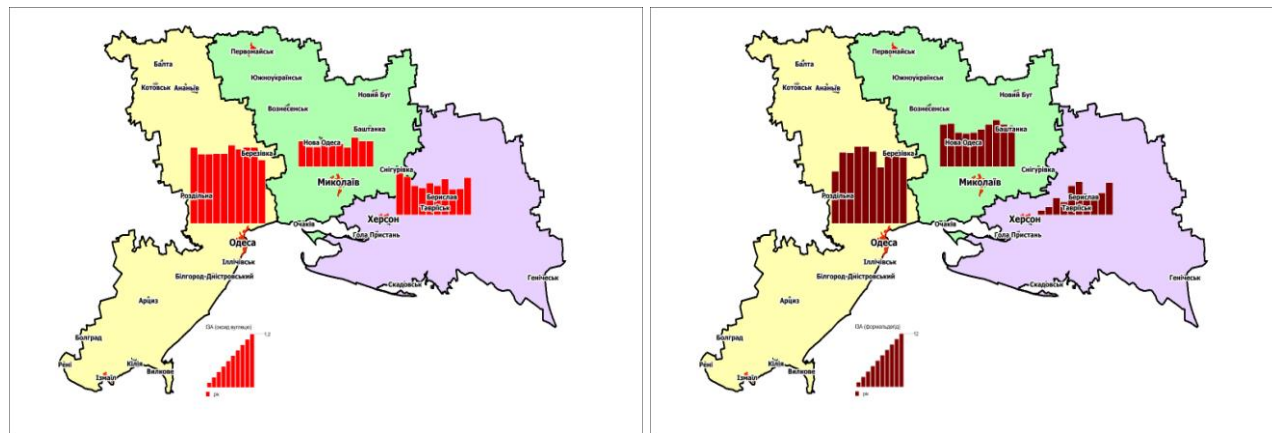
Рис. 1 – Динаміка зміни ІЗА окремими ЗР міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я в 2003 – 2012 рр.



а) пил

б) діоксид азоту

в) діоксид сірки



г) оксид вуглецю

д) формальдегід

Рис. 3 – Просторовий розподіл ІЗА окремими ЗР міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я за 2003 – 2012 рр.

З метою більш детального аналізу просторового розподілу вмісту окремих ЗР в атмосферному повітрі міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я були побудовані відповідні карти (рис. 3).

Аналіз наведених карт показує, що м. Одеса характеризується максимальними концентраціями за вмістом майже всіх ЗР (за виключенням вмісту діоксиду азоту) за весь період дослідження. За вмістом діоксиду азоту максимальні концентрації відзначаються в м. Херсон. При цьому слід відзначити, що максимум відзначається у 2007 – 2009 рр., після чого спостерігається зниження вмісту цього показника.

Згідно з методикою розрахунку показника *ГДЗ* можна врахувати вплив речовин групи сумації (у нашому випадку діоксид сірки та діоксид азоту). Тому вона була використана нами додатково для розрахунків.

Висновки

На основі даних про середньорічний вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Одеса, Миколаїв та Херсон розраховано *ІЗА* для окремих речовин, *КІЗА* та *ПЗ* атмосфери для окремих речовин і речовин групи сумації за 2003 – 2012 рр. В цілому слід відзначити, що максимальний рівень забруднення серед міст,

У табл. 3 наведено результати розрахунків *ПЗ* атмосферного повітря населених міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я за період дослідження.

Виходячи з результатів розрахунків можна виконати оцінку ступеня небезпеки атмосферного повітря за рівнем забруднення окремими ЗР та речовинами групи сумації згідно з табл. 1. Результати оцінки наведені у табл. 4.

З таблиці видно, ступінь небезпеки атмосферного повітря в більшості випадків для окремих ЗР і для речовин групи сумації характеризується як «дуже небезпечний». За вмістом пилу, діоксиду сірки та оксиду вуглецю у м. Миколаїв та Херсон ступінь небезпеки характеризується категорією «безпечний».

що розглядаються, відзначався для м. Одеса. Отримані результати є основою для подальших розробок комплексу заходів щодо поліпшення стану атмосферного повітря у містах та крупних населених пунктах прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Література

1. *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2012 р.* – Миколаїв, 2013. – 204 с.
2. *Екологічний паспорт Миколаївської області за 2011 рік.* – Миколаїв, 2012. – 100 с.
3. *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2011 р.* – Миколаїв, 2012. – 191 с.
4. *Екологічний паспорт Херсонської області за 2009 р.* – Херсон, 2010. – 120 с.
5. *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2012 р.* – Херсон, 2013. – 305 с.
6. *Екологічний паспорт Херсонської області за 2011 р.* – Херсон, 2012. – 128 с.
7. *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Одеській області у 2013 р.* – Одеса, 2014. – 257 с.

8. *Екологічний паспорт Одеської області за 2013 р.* – Одеса, 2014. – 139 с.

9. *Безуглая Э.Ю.* Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 116 с.

10. *Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) / Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. № 201.*

Надійшла до редколегії 29.09.2015

Таблиця 3

Значення ПЗ (%) атмосфери міст прибережної зони північно-західного Причорномор'я

Речовина	2003 р.	2004 р.	2005 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.
<i>м. Одеса</i>										
SO ₂	107	92	102	80	90	100	70			
NO ₂	154	200	191	150	150	93	125	150	150	150
Пил	177	154	150	140	140	107	120	153	150	113
CO	107	99	99	100	100	113	111	107	107	90
Формальдегід	470	595	594	633	633	600	500	600	600	570
SO ₂ + NO ₂	261	292	293	230	240	193	195			
<i>м. Миколаїв</i>										
SO ₂	8	7	6,5	7,5	6	5,4	4	4	8	10
NO ₂	112,5	93,125	87,5	106,25	93,75	87,5	100	92,5	100	100
Пил	66,67	33,33	33,33	33,33	66,67	46,67	43,33	53,33	66,67	66,67
CO	33,33	25	25	33,33	33,33	29,33	24,67	38	33,33	33,33
Формальдегід	400	408,33	341,67	333,33	341,67	366,67	400	433,33	400	366,67
SO ₂ + NO ₂	120,5	100,125	94	113,75	99,75	92,9	104	96,5	108	110
<i>м. Херсон</i>										
SO ₂	18	22	10	12	42	22	11,4	12	9,4	10
NO ₂	140	195	187,5	210	320	271,25	235,5	170	152,5	195
Пил	67	61	56	57	73	37	41	53	36	5
CO	60	55	42	39	46	42	52	37	38	54
Формальдегід	76,67	116,67	200	166,67	300	333,33	203,33	233,33	246,67	330
SO ₂ + NO ₂	158	217	197,5	222	362	293,25	246,9	182	161,9	205

Таблиця 4

Оцінка ступені небезпеки атмосферного повітря міст прибережної зони північно-західного Причорномор'я за 2003 – 2012 рр.

Забруднююча речовина	Одеса		Миколаїв		Херсон	
	% випадків перевищення ГДЗ	Ступінь небезпеки	% випадків перевищення ГДЗ	Ступінь небезпеки	% випадків перевищення ГДЗ	Ступінь небезпеки
Пил	100	Дуже небезпечний	0	Безпечний	0	Безпечний
Діоксид сірки	29	Дуже небезпечний	0	Безпечний	0	Безпечний
Оксид вуглецю	50	Дуже небезпечний	0	Безпечний	0	Безпечний
Діоксид азоту	90	Дуже небезпечний	100	Дуже небезпечний	100	Дуже небезпечний
Формальдегід	100	Дуже небезпечний	100	Дуже небезпечний	90	Дуже небезпечний
Діоксид сірки + діоксид азоту	100	Дуже небезпечний	60	Дуже небезпечний	100	Дуже небезпечний