

УДК 502:504

**Ангеліна Володимирівна Чугай,**

к. геогр. н., доцент, декан природоохоронного факультету  
Одеського державного екологічного університету,  
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016, Україна,

e-mail: [avchugai@ukr.net](mailto:avchugai@ukr.net), <http://orcid.org/0000-0002-8091-8430>;

**Тамерлан Абісалович Сафранов,**

д.г.-м.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони довкілля  
Одеського державного екологічного університету,

e-mail: [safranov@ukr.net](mailto:safranov@ukr.net), <http://orcid.org/0000-0003-0928-5121>

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

У багатьох регіонах України головний внесок у формування загального рівня забруднення атмосферного повітря вносять пересувні джерела, що суттєво впливає на формування високих рівнів забруднення повітряного басейну. До таких регіонів відносяться Одеська, Миколаївська і Херсонська області Північно-Західного Причорномор'я. Територія цих областей характеризується унікальним природно-ресурсним потенціалом. Проте через розвиток процесів урбанізації, вплив промислового, теплоенергетичного, транспортного та аграрного секторів погіршується загальна екологічна ситуація, в тому числі і стан атмосферного повітря. У регіонах Північно-Західного Причорномор'я, які мають високий рекреаційно-оздоровчий потенціал, до стану і якості атмосферного повітря висуваються більш жорсткі санітарно-гігієнічні вимоги.

На даний час постійні спостереження за станом повітряного басейну проводяться у містах Одеса, Ізмаїл, Миколаїв і Херсон. Метою роботи є оцінка і аналіз рівня забруднення атмосферного повітря окремих міст Північно-Західного Причорномор'я за багаторічний період. Для оцінки були застосовані комплексні індекси забруднення атмосфери.

В результаті проведених досліджень отримано, що рівень забруднення атмосферного повітря м. Одеса у переважній більшості випадків класифікується категорією «сильно забруднена», м. Ізмаїл – категорією «слабко забруднена». Максимальні концентрації у повітряному басейні відзначаються за вмістом формальдегіду. У м. Миколаїв максимальні концентрації зі значними перевищеннями ГДК<sub>с</sub> відзначаються за вмістом формальдегіду. Рівень забруднення атмосферного повітря класифікувався категоріями «слабко забруднена» – «забруднена». У м. Херсон найбільший вміст відзначався по таких забруднюючих речовинах, як формальдегід і діоксид азоту. Рівень забруднення, як і у м. Миколаїв, класифікувався категоріями «слабко забруднена» – «забруднена». Одеса за вмістом переважної більшості забруднюючих речовин входить до категорії міст з підвищеним рівнем забруднення атмосфери, Миколаїв, Херсон і Ізмаїл – до категорії з допустимим рівнем. Отримані результати є основою для розробок природоохоронних рекомендацій відносно зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря регіону, в першу чергу, від пересувних джерел.

**Ключові слова:** атмосферне повітря, забруднююча речовина, індекс забруднення атмосфери, класифікація, рівень забруднення.

**А. В. Чугай, Т. А. Сафранов. ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ.** Во многих регионах Украины главный вклад в формирование общего уровня загрязнения атмосферного воздуха вносят передвижные источники, что существенно влияет на формирование высоких уровней загрязнения воздушного бассейна. К таким регионам относятся Одесская, Николаевская и Херсонская области Северо-Западного Причерноморья. Данная территория характеризуется уникальным природно-ресурсным потенциалом. Однако из-за развития процессов урбанизации, под влиянием промышленного, теплоэнергетического, транспортного и аграрного секторов ухудшается общая экологическая ситуация, в том числе и состояние атмосферного воздуха. В регионах, Северо-Западного Причерноморья, характеризующихся высоким рекреационно-оздоровительным потенциалом, к состоянию и качеству атмосферного воздуха предъявляются более жесткие санитарно-гигиенические требования.

В настоящее время постоянные наблюдения за состоянием воздушного бассейна проводятся в городах Одесса, Измаил, Николаев и Херсон. Целью работы является оценка и анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха отдельных городов Северо-Западного Причерноморья за многолетний период. Для оценки были применены комплексные индексы загрязнения атмосферы.

В результате проведенных исследований получено, что уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Одеса в подавляющем большинстве случаев классифицируется категорией «сильно загрязненная», г. Измаил – категорией «слабо загрязненная». Максимальные концентрации в воздушном бассейне отмечаются по содержанию формальдегида. В г. Николаев максимальные концентрации со значительными превышениями ПДК<sub>с</sub> отмечаются по содержанию формальдегида. Уровень загрязнения атмосферного воздуха классифицировался категориями «слабо загрязненная» – «загрязненная». В г. Херсон наибольшее содержание отмечалось по таким загрязняющим веществам, как формальдегид и диоксид азота. Уровень загрязнения, как и в г. Николаев, классифицировался категориями «слабо загрязненная» – «загрязненная». Одесса по содержанию подавляющего большинства загрязняющих веществ входит в категорию городов с повышенным уровнем загрязнения атмосферы, Николаев, Херсон и Измаил – в категорию с допустимым уровнем. Полученные результаты являются основой для разработок природоохранных рекомендаций относительно уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух региона, в первую очередь, от передвижных источников.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, загрязняющее вещество, индекс загрязнения атмосферы, классификация, уровень загрязнения.

**Вступ.** За даними офіційної статистики окремі регіони України характеризуються значним обсягом викидів забруднюючих речовин (ЗР) від

стаціонарних джерел. Але у багатьох областях домінуючий внесок у формування загального рівня забруднення атмосферного повітря вносять

пересувні джерела, що суттєво впливає на формування високих рівнів забруднення повітряного басейну. До таких регіонів відносяться Одеська, Миколаївська і Херсонська області Північно-Західного Причорномор'я (ПЗП). Крім того, за даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні [1] м. Одеса посідає 5 місце у переліку найбільш забруднених міст України.

Регіони ПЗП з одного боку характеризуються достатньо високим рівнем техногенного навантаження, а з іншого мають високий рекреаційно-оздоровчий потенціал. Дана територія характеризується унікальним природно-ресурсним потенціалом. Проте через розвиток процесів урбанізації, вплив промислового, теплоенергетичного, транспортного та аграрного секторів погіршується загальна екологічна ситуація, в тому числі і стан атмосферного повітря. При цьому слід зазначити, що у регіонах ПЗП, які мають високий рекреаційно-оздоровчий потенціал, до стану і якості атмосферного повітря висуваються більш жорсткі санітарно-гігієнічні вимоги.

Представлена робота відповідає основним напрямкам екологічної політики України відповідно до Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [2].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Зазначимо, що на даний час постійні спостереження проводяться у містах Одеса, Ізмаїл, Миколаїв і Херсон. Питанням оцінки рівня забруднення атмосферного повітря міст ПЗП присвячені роботи багатьох авторів (Сафранов Т.А., Гусєва К.Д., Демяненко О.В., Малєєв В.О. та ін.). Так, це є предметом досліджень авторів роботи та їх співавторів. У роботах [3 – 7] надано результати оцінки і динаміки зміни якості атмосферного повітря регіонів ПЗП за багаторічний період як основними, так і специфічними ЗР. Також певний інтерес представляє робота [8], присвячена аналізу особливостей забруднення природних середовищ, в тому числі і атмосферного повітря, з урахуванням морфологічної структури ландшафтів у межах м. Одеса. Загальний SWOT-аналіз екологічної складової м. Одеса, який містить характеристику основних природних і антропогенних факторів, які є причиною формування екологічної ситуації, наведений авторами роботи [9]. З урахуванням рекреаційного потенціалу м. Одеса цікавою є робота [10], присвячена характеристиці біокліматичних складових рекреаційного потенціалу Одеської промислово-міської агломерації. У роботі [11] проаналізовано стан рівня забруднення атмосферного повітря м. Херсон, проаналізовано вміст ЗР у повітряному басейні. В цілому за даними огляду Центральної

геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського за I півріччя 2019 р. [12] за рівнем забруднення атмосфери м. Одеса посідає 3 місце, м. Миколаїв – 4 і м. Херсон – 7 місце серед інших міст України.

Більшість робіт інших авторів є комплексними дослідженнями рівня забруднення атмосфери регіонів України в цілому. Так, у роботах [13, 14] виконано загальну оцінку стану забруднення атмосферного повітря за вмістом окремих ЗР і класифікацію міст України за рівнем забруднення атмосфери. Також представляють інтерес дослідження, які присвячені оцінці ризиків від забруднення атмосфери і впливу на стан здоров'я населення [15, 16]. Авторами роботи [15] за результатами оцінки надано рекомендації щодо доцільності включення оцінки ризиків на здоров'я населення до системи моніторингу атмосфери. За рівнем впливу забруднення атмосфери на здоров'я населення Миколаївська і Херсонська області увійшли до безризикової зони, Одеська – до зони критичного ризику [16].

Окремі роботи присвячені оцінці рівня техногенного навантаження на навколишнє середовище регіонів України. Так, цікавим є дослідження авторів роботи [17], в якій представлено результати кластерного аналізу регіонів України за рівнем антропогенного навантаження, в тому числі і за обсягами викидів ЗР. Так, Миколаївська область увійшла до переліку регіонів з низьким рівнем навантаження, Одеська і Херсонська – з середнім рівнем. Також авторами роботи [18] було проведено оцінку техногенного навантаження на повітряний басейн регіонів ПЗП від стаціонарних і пересувних джерел забруднення

Отже, аналіз останніх досліджень показав, що переважна більшість робіт присвячена регіонам України в цілому. Також перелік ЗР і період дослідження є досить обмеженими. Зазвичай, аналізується вміст основних ЗР (пил, діоксид сірки, діоксид азоту і оксид вуглецю). При цьому в регіонах ПЗП значу роль у формуванні високих рівнів забруднення атмосфери відіграє вміст деяких специфічних ЗР [5].

**Формулювання мети статті.** Метою даної роботи є оцінка і аналіз рівня забруднення атмосферного повітря окремих міст Північно-Західного Причорномор'я за багаторічний період (2000 – 2018 рр.).

Для оцінки застосований індекс забруднення атмосфери (*ІЗА*) і комплексний *ІЗА* (*КІЗА*), які на даний час є одними з основних показників якості атмосферного повітря. Для класифікації рівня забруднення використано індекс  $I_5$  як *КІЗА*, який враховує дані про 5 ЗР, для яких значення одиничних *ІЗА* найбільші. Величина  $I_5$  менше 2,5 відповідає відносно чистій атмосфері; від 2,5 до 7,5 – слабо забрудненій; від 7,6 до 12,5 – забрудне-

ній; від 12,6 до 22,5 – сильно забрудненій; від 22,6 до 52,5 – високо забрудненій; більше 52,5 – екстремально забрудненій атмосфері [19].

#### Виклад основного матеріалу дослідження.

Для оцінки і аналізу рівня забруднення атмосферного повітря м. Одеса і м. Ізмаїл використані фондові матеріали даних спостережень Гідрометеорологічного центра Чорного та Азовського морів за якістю атмосферного повітря м. Одеса (2003 – 2007 рр.), а також Регіональних доповідей і Екологічних паспортів Одеської області (2008 – 2018 рр.) [20]. У м. Одеса мережа стаціонарних пунктів спостережень включає 8 постів, у м. Ізмаїл – 1 пост.

У м. Одеса спостереження ведуться за вмістом 11 ЗР. Нами було використано інформацію про вміст 7 ЗР (пил, оксид вуглецю, діоксид азоту, фенол, сажа, фтористий водень і формальдегід), оскільки вміст інших 4 ЗР значно нижче  $ГДК$  і не впливає суттєво на формування загального рівня забруднення атмосфери в місті. Попередній аналіз динаміки зміни середньорічних концентрацій ЗР показав, що вміст майже всіх речовин перевищує  $ГДК_{сб}$  в середньому в 1,5 – 2 рази. Максимальні концентрації відзначаються за вмістом формальдегіду (3,3  $ГДК_{сб}$  і більше). За вмістом фенолу, сажі, фтористого водню і формальдегіду відзначається тенденція до зниження концентрацій, за вмістом оксиду вуглецю – деяке збільшення.

У м. Ізмаїл спостереження проводяться за вмістом 6 ЗР. Нами розглядалось 5 речовин: пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю і формальдегід. Максимальні значення концентрацій

з постійним перевищенням  $ГДК_{сб}$  відзначались за вмістом діоксиду азоту, мінімальний рівень забруднення відзначався за вмістом оксиду вуглецю. Можна відзначити тенденцію до зменшення забруднення атмосфери пилом і формальдегідом і збільшення оксидом вуглецю.

Були розраховані комплексні  $IЗА$  для обох міст (рис. 1 – 2). Для м. Одеса наведено результати розрахунків  $KIЗА$  та  $I_5$ . Так, у 2003 – 2017 рр. при розрахунку  $I_5$  постійно враховувався вміст 4 ЗР, а саме діоксиду азоту, фенолу, фтористого водню і формальдегіду. П'ятим показником був вміст сажі (найчастіше) або пилу. У 2018 р.  $I_5$  розраховувався за вмістом пилу, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, фенолу і формальдегіду. Для м. Ізмаїл розраховано  $I_5$ , оскільки для аналізу використано лише 5 ЗР.

За період дослідження відзначається загальна тенденція зменшення рівня забруднення атмосферного повітря м. Одеса. Максимуми показників відзначено у 2004, 2006 – 2007 рр. за рахунок збільшення вмісту формальдегіду. У 2017 – 2018 рр. відзначається незначне зменшення загального рівня забруднення м. Ізмаїл за рахунок зменшення концентрацій пилу і формальдегіду. У 2010 – 2014 рр. значення  $I_5$  було майже незмінним.

Виконані розрахунки дозволяють провести ранжування рівнів забруднення атмосферного повітря м. Одеса і м. Ізмаїл (табл. 1). Як видно, рівень забруднення атмосферного повітря м. Одеса у переважній більшості випадків класифікується категорією «сильно забруднена», м. Ізмаїл – єдиною категорією «слабко забруднена».

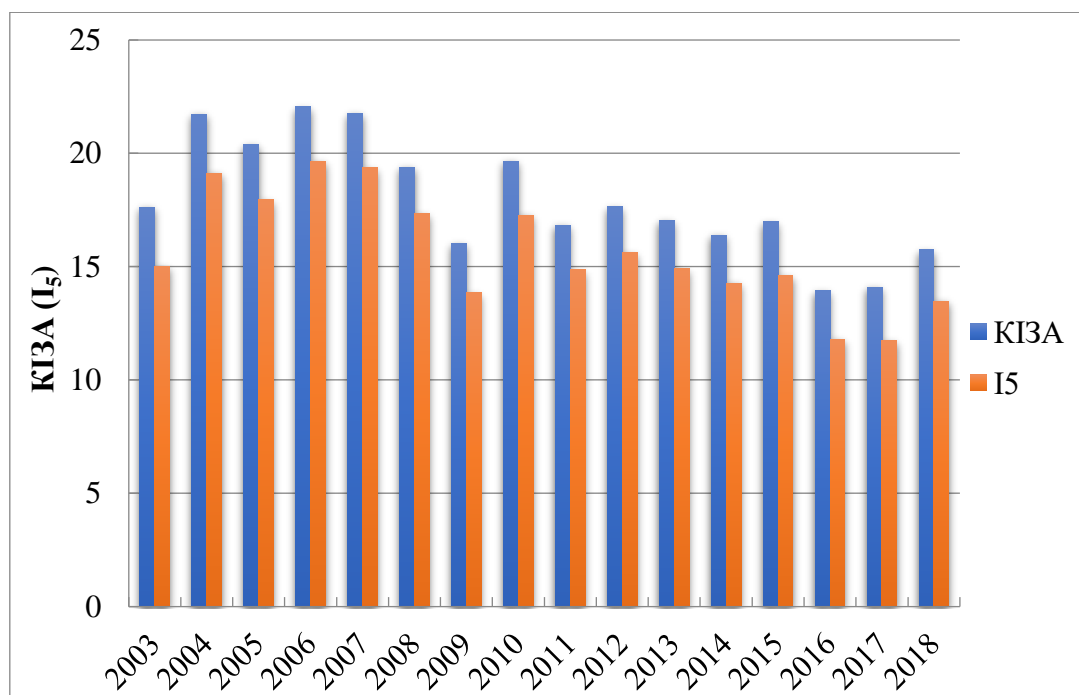
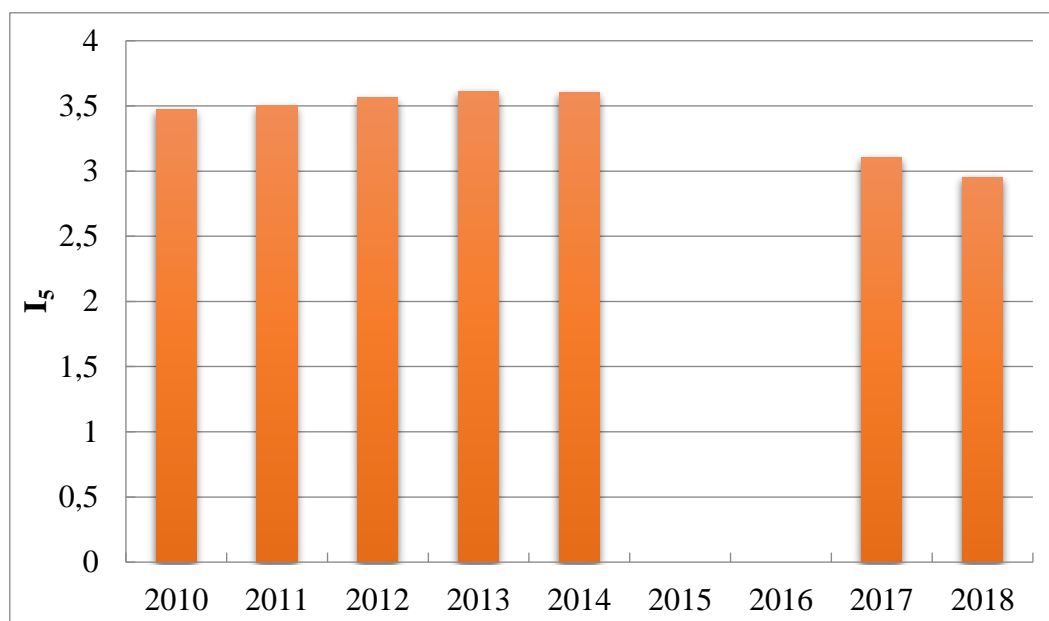


Рис. 1. Динаміка зміни  $KIЗА$  і  $I_5$  м. Одеса у 2003 – 2018 рр.

Рис. 2. Динаміка зміни  $I_5$  м. Ізмаїл у 2010 – 2018 рр.

Спостереження за якістю атмосферного повітря в м. Миколаїв виконуються на 4 стаціонарних пунктах спостережень. Для оцінки рівня забруднення атмосфери використані дані моніторингу атмосферного повітря міста, надані Управлінням екології та природних ресурсів Миколаївської ОДА, а також матеріали Регіональних доповідей за 2002 – 2018 рр. [20].

На даний час виконуються спостереження за вмістом 7 ЗР: пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту, фтористий водень і

формальдегід. В окремі роки також аналізувався вміст бенз(а)пірену, але ці дані не є систематичними і у розрахунках не враховувались.

Аналіз вихідної інформації показав, що максимальні концентрації зі значними перевищеннями  $ГДК_{ср}$  відзначались за вмістом формальдегіду. Також значні концентрації з окремими перевищеннями  $ГДК_{ср}$  відзначались за вмістом діоксиду азоту. Можна відзначити незначне збільшення вмісту в атмосферному повітрі пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю і формальдегіду.

Таблиця 1

Ранжування рівня забруднення атмосферного повітря м. Одеса і м. Ізмаїл за значеннями  $I_5$

Рік	м. Одеса	м. Ізмаїл
2003	15,02 (сильно забруднена)	–
2004	19,13 (сильно забруднена)	–
2005	17,95 (сильно забруднена)	–
2006	19,66 (сильно забруднена)	–
2007	19,36 (сильно забруднена)	–
2008	17,33 (сильно забруднена)	–
2009	13,85 (сильно забруднена)	–
2010	17,26 (сильно забруднена)	3,47 (слабко забруднена)
2011	14,87 (сильно забруднена)	3,50 (слабко забруднена)
2012	15,61 (сильно забруднена)	3,56 (слабко забруднена)
2013	14,91 (сильно забруднена)	3,61 (слабко забруднена)
2014	14,28 (сильно забруднена)	3,60 (слабко забруднена)
2015	14,59 (сильно забруднена)	–
2016	11,81 (забруднена)	–
2017	11,74 (забруднена)	3,11 (слабко забруднена)
2018	13,48 (сильно забруднена)	2,95 (слабко забруднена)

Було розраховано комплексні  $I_3A$  для м. Миколаїв (рис. 3). При розрахунку  $I_5$  у всі роки враховувався вміст 4 ЗР: пилу, діоксиду азоту, фто-

ристого водню і формальдегіду. В якості п'ятої речовини використовувалися показники за вмістом оксиду вуглецю (в більшості випадків) або

оксиду азоту. Так, значення  $KI_3A$  і  $I_5$  не відрізняються суттєво. Тобто речовини, які не враховані при розрахунку  $I_5$ , не впливають суттєво на формування загального рівня забруднення атмосфери м. Миколаїв. Максимальні значення комплексних показників відзначені у 2015 р. Також у порівнянні з 2002 р. на даний час відзначається незначне збільшення рівня забруднення за рахунок,

в першу чергу, збільшення вмісту формальдегіду, а також в окремі роки діоксиду азоту.

Аналіз рівня забруднення атмосферного повітря м. Миколаїв (табл. 2) показав, що у 2005 – 2007 рр. рівень забруднення класифікувався категорією «слабко забруднена», у всі інші роки дослідження – категорією «забруднена».

Спостереження за якістю атмосферного по-

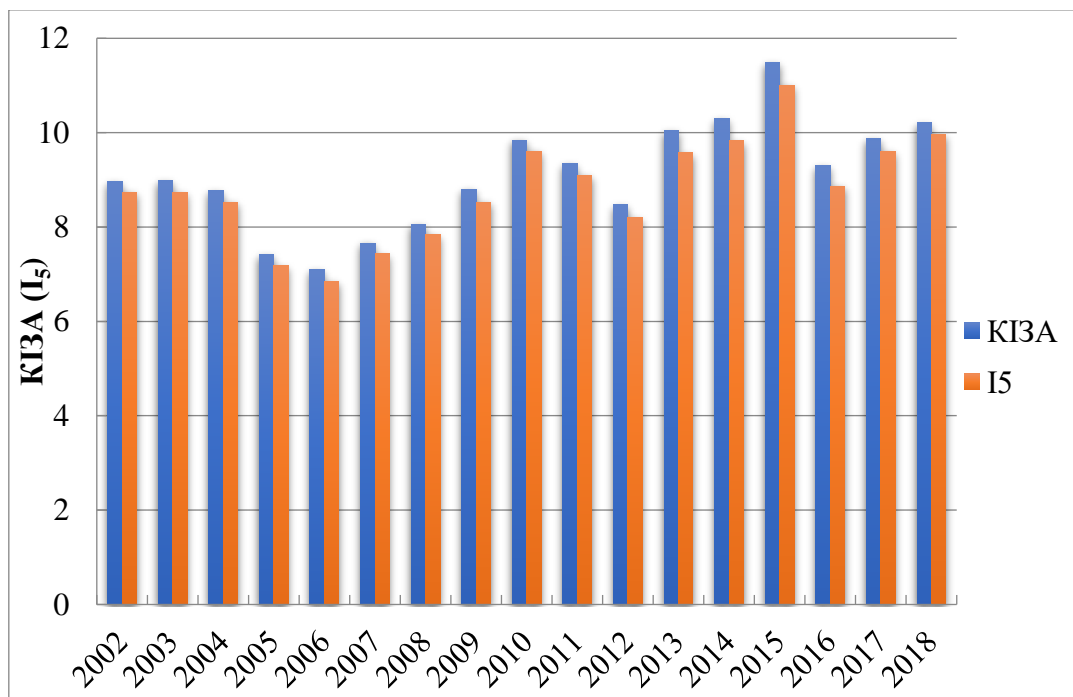


Рис. 3. Динаміка зміни  $KI_3A$  і  $I_5$  м. Миколаїв у 2002 – 2018 рр.

Таблиця 2

Ранжування рівня забруднення атмосферного повітря м. Миколаїв за значеннями  $I_5$

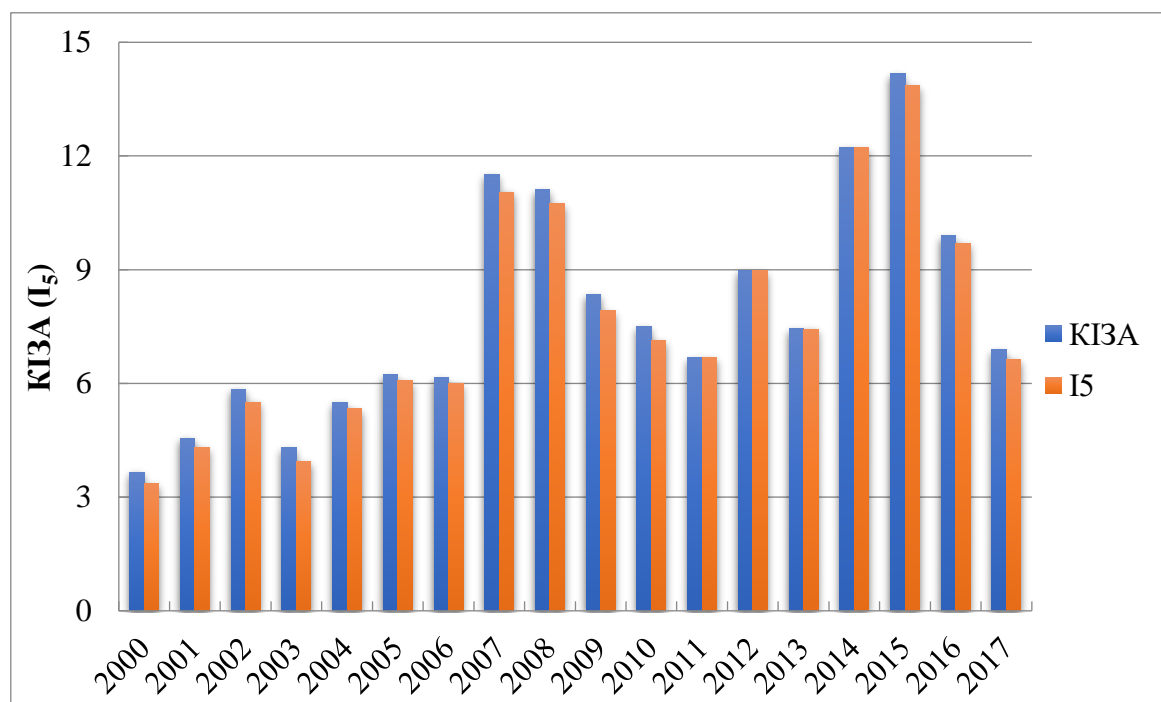
Рік	Рівень забруднення	Рік	Рівень забруднення
2002	8,74 (забруднена)	2011	9,10 (забруднена)
2003	8,74 (забруднена)	2012	8,20 (забруднена)
2004	8,53 (забруднена)	2013	9,58 (забруднена)
2005	7,18 (слабко забруднена)	2014	9,83 (забруднена)
2006	6,86 (слабко забруднена)	2015	11,01 (забруднена)
2007	7,43 (слабко забруднена)	2016	8,87 (забруднена)
2008	7,84 (забруднена)	2017	9,60 (забруднена)
2009	8,53 (забруднена)	2018	9,96 (забруднена)
2010	9,60 (забруднена)		

вітря проводяться у м. Херсон на 4 стаціонарних пунктах. Для оцінки були використані матеріали про середньорічний вміст 7 ЗР в атмосферному повітрі міста, наведені у Регіональних доповідях за 2000 – 2017 рр. (пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту, фенол і формальдегід) [20].

За період дослідження найбільший вміст відзначався по таких речовинах, як формальдегід і діоксид азоту. Також значні концентрації відзначались по фенолу і оксиду азоту в окремі роки. За вмістом пилу середньорічні концентрації з

2008 р. постійно зменшувались, а за вмістом діоксиду азоту, оксиду азоту, фенолу і формальдегіду – збільшувались.

При розрахунку  $I_5$  постійно враховувався вміст діоксиду азоту і формальдегіду. Перелік інших 3 ЗР постійно змінювався. Результати розрахунків комплексних показників наведено на рис. 4. Встановлено, що як і для м. Миколаїв, значення  $KI_3A$  і  $I_5$  м. Херсон суттєво не відрізняються. Тобто загальний рівень забруднення формується всіма ЗР, за якими ведуться спостереження на даний час.

Рис. 4. Динаміка зміни KІЗА і I<sub>5</sub> м. Херсон у 2000 – 2017 рр.

Аналіз забруднення атмосферного повітря м. Херсон (табл. 3) показав, що відзначались категорії «слабко забруднена» – «забруднена».

Проведений порівняльний аналіз рівня забруднення атмосферного повітря окремих міст ПЗП за значенням I<sub>5</sub> (рис. 5, табл. 4). Встановлено, що максимальний рівень забруднення відзначається у м. Одеса (переважаюча категорія «сильно забруднена»), мінімальний – у м. Ізмаїл (категорія «слабко забруднена»). Забруднення повітряного басейну м. Миколаїв і м. Херсон в останні роки характеризуються порівняними показниками I<sub>5</sub>. Стосовно обласних центрів ПЗП, то рівень забруднення атмосфери у м. Одеса в 2 рази вище, ніж у Миколаєві і Херсоні.

У роботі [14] авторами, виходячи із значень перевищення ГДК, запропоновано 4 групи рівнів забруднення: 1) допустимий рівень забруднення (< 1 ГДК); 2) підвищений рівень забруднення (1 – 2 ГДК); 3) високий рівень забруднення (2 – 3

ГДК); 4) екстремально високий рівень забруднення (3 – 6 ГДК).

Нами проведений подібний аналіз стосовно міст ПЗП на основі середніх багаторічних концентрацій окремих ЗР (табл. 4).

Аналіз отриманих результатів показує, що м. Одеса за більшістю ЗР (67 %) входить до категорії міст з підвищеним рівнем забруднення атмосфери, м. Ізмаїл – до категорії з допустимим рівнем (80 % ЗР), м. Миколаїв – до категорії з допустимим рівнем (71 % ЗР), м. Херсон – також до категорії з допустимим рівнем (57 % ЗР). До групи з високим рівнем забруднення увійшло м. Херсон за вмістом діоксиду азоту і формальдегіду, до групи з екстремально високим рівнем забруднення – м. Одеса і м. Миколаїв за вмістом формальдегіду.

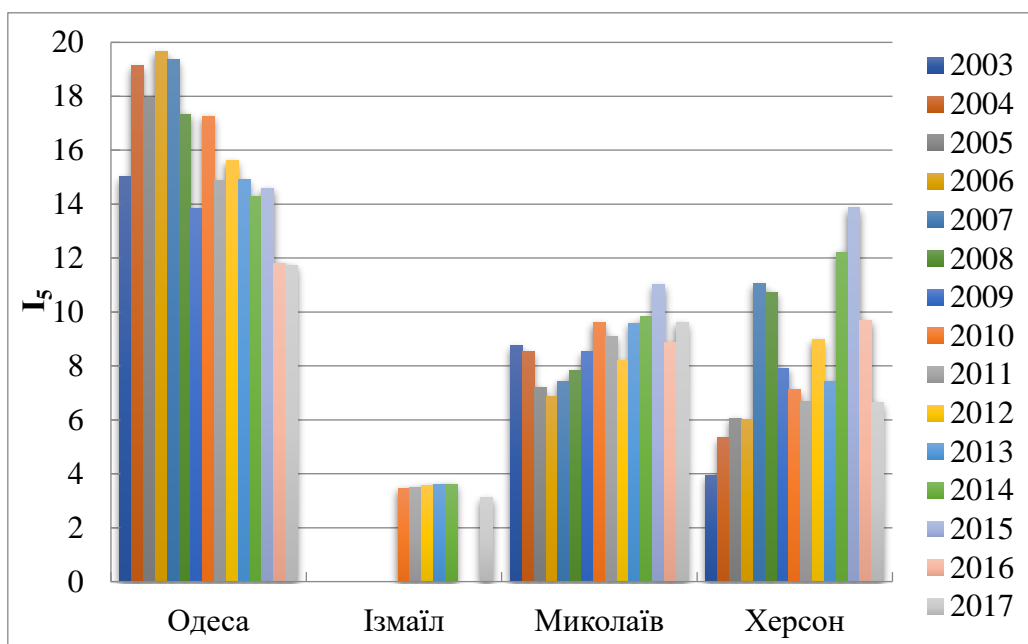
**Висновки.** У роботі виконано оцінку, аналіз і класифікацію міст ПЗП з рівнем забруднення атмосферного повітря. В результаті проведених

Таблиця 3

Ранжування рівня забруднення атмосферного повітрям. Херсон за значеннями I<sub>5</sub>

Рік	Рівень забруднення	Рік	Рівень забруднення
2000	3,35 (слабко забруднена)	2009	7,92 (забруднена)
2001	4,31 (слабко забруднена)	2010	7,12 (слабко забруднена)
2002	5,51 (слабко забруднена)	2011	6,67 (слабко забруднена)
2003	3,93 (слабко забруднена)	2012	8,97 (забруднена)
2004	5,33 (слабко забруднена)	2013	7,43 (слабко забруднена)
2005	6,07 (слабко забруднена)	2014	12,22 (забруднена)
2006	5,60 (слабко забруднена)	2015	13,86 (забруднена)
2007	11,05 (забруднена)	2016	9,69 (забруднена)
2008	10,73 (забруднена)	2017	6,63 (слабко забруднена)



Рис. 5. Динаміка зміни  $I_5$  окремих міст ПЗП у 2003 – 2017 рр.

Таблиця 4

## Ранжування рівня забруднення атмосферного повітря міст ПЗП

Рік	М. Одеса	М. Ізмаїл	М. Миколаїв	М. Херсон
2000	–	–	–	слабко забруднена
2001	–	–	–	слабко забруднена
2002	–	–	забруднена	слабко забруднена
2003	сильно забруднена	–	забруднена	слабко забруднена
2004	сильно забруднена	–	забруднена	слабко забруднена
2005	сильно забруднена	–	слабко забруднена	слабко забруднена
2006	сильно забруднена	–	слабко забруднена	слабко забруднена
2007	сильно забруднена	–	слабко забруднена	забруднена
2008	сильно забруднена	–	забруднена	забруднена
2009	сильно забруднена	–	забруднена	забруднена
2010	сильно забруднена	слабко забруднена	забруднена	слабко забруднена
2011	сильно забруднена	слабко забруднена	забруднена	слабко забруднена
2012	сильно забруднена	слабко забруднена	забруднена	забруднена
2013	сильно забруднена	слабко забруднена	забруднена	слабко забруднена
2014	сильно забруднена	слабко забруднена	забруднена	забруднена
2015	сильно забруднена	–	забруднена	забруднена
2016	забруднена	–	забруднена	забруднена
2017	забруднена	слабко забруднена	забруднена	слабко забруднена
2018	сильно забруднена	слабко забруднена	забруднена	–

досліджень можна зробити такі висновки:

1) рівень забруднення атмосферного повітря м. Одеса у переважній більшості випадків класифікується категорією «сильно забруднена», м. Ізмаїл – єдиною категорією «слабко забруднена» (максимальні концентрації у повітряному басейні відзначаються за вмістом формальдегіду);

2) у м. Миколаїв максимальні концентрації зі значними перевищеннями  $ГДК_{с0}$  також відзначаються за вмістом формальдегіду, а рівень забруднення атмосферного повітря класифікувався

категоріями «слабко забруднена» – «забруднена»;

3) у м. Херсон найбільший вміст відзначався по таких речовинах, як формальдегід і діоксид азоту. Рівень забруднення, як і у м. Миколаїв, класифікувався категоріями «слабко забруднена» – «забруднена»;

4) порівняльний аналіз рівня забруднення атмосферного повітря окремих міст ПЗП показав, що максимальний рівень забруднення відзначається у м. Одеса (переважаюча категорія

Ранжування міст ПЗП за рівнем перевищення ГДК<sub>ед</sub> (2000 – 2018 рр.)

Допустимий рівень ( $< 1$ ГДК)	Підвищений рівень ( $1 - 2$ ГДК)	Високий рівень (2 – 3 ГДК)	Екстремально високий рівень (3 – 6 ГДК)
<b>пил</b>			
Ізмаїл, Миколаїв, Херсон	Одеса	–	–
<b>діоксид сірки</b>			
Одеса, Ізмаїл, Миколаїв, Херсон	–	–	–
<b>оксид вуглецю</b>			
Ізмаїл, Миколаїв, Херсон	Одеса	–	–
<b>діоксид азоту</b>			
–	Одеса, Ізмаїл Миколаїв, Херсон	Херсон	–
<b>оксид азоту</b>			
Одеса, Миколаїв, Херсон	–	–	–
<b>сажа</b>			
–	Одеса	–	–
<b>фенол</b>			
–	Одеса, Херсон	–	–
<b>фтористий водень</b>			
Миколаїв	Одеса	–	–
<b>формальдегід</b>			
Ізмаїл	–	Херсон	Одеса, Миколаїв

«сильно забруднена»), мінімальний – у м. Ізмаїл (категорія «слабко забруднена»);

4) м. Одеса за вмістом переважної більшості ЗР входить до категорії міст з підвищеним рівнем забруднення атмосфери, Миколаїв, Херсон і Ізмаїл – до категорії з допустимим рівнем.

Отримані при дослідженні результати є основою для розробок природоохоронних рекомендацій відносно зменшення викидів ЗР в атмосферне повітря регіону, в першу чергу від пересувних джерел.

#### Література

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 році [Текст]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грін Д.С., 2017. – 308 с.
2. Електронний ресурс. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 16.02.2020).
3. Чугай А.В. Оцінка забрудненості повітряного басейну міста Миколаїв [Текст] / А.В. Чугай // Український гідрометеорологічний журнал. – 2013. – № 13. – С. 10–17.
4. Чугай А.В. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я [Текст] / А.В. Чугай, А.В. Колісник, О.В. Демяненко, С.Е. Романенко // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Сер. «Екологія». – 2015. – Вип. 13. – С. 91–97.
5. Чугай А.В. Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я специфічними забруднюючими речовинами [Текст] / А.В. Чугай, Х.С. Патраман // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2017. – № 1 – 2 (27). – С. 113–122.
6. Чугай А.В. Стан та якість повітряного басейну Одеської промислово-міської агломерації [Текст] / А.В. Чугай // Екологічна безпека. – 2019. – Вип. 2 (28). – С. 81–85.
7. Стан і якість природного середовища прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я: монографія [Текст] // За ред. Сафранова Т.А., Чугай А.В. – Харків: ФОП Панов А.М., 2017. – 298 с.
8. Гусєва К.Д. Ландшафтні передумови забруднення урбоєкосистем (на прикладі території міста Одеси) [Текст] / К.Д. Гусєва, Г.П. Пилипенко, Т.А. Сафранов // Вісник ОДЕКУ. – 2012. – Вип. 13. – С. 17–28.
9. Сафранов Т.А. SWOT-аналіз екологічної складової урбанізованої території (на прикладі міста Одеса) [Текст] / Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько, Т.П. Шаніна, К.Д. Гусєва // Український гідрометеорологічний журнал. – 2019. – № 23. – С. 121 – 134.



10. Катеруша О.В. Біокліматична складова рекреаційного потенціалу Одеської промислово-міської агломерації [Текст] / О.В. Катеруша, Т.А. Сафранов, К.Д. Гусєва // Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета. Четвертий міжнародний екологічний форум. – Херсон, 2012. – С. 33–39.
11. Малєєв В.О. Атмосферне повітря м. Херсона: стан і проблеми [Текст] / В.О. Малєєв, В.М. Безпальченко, О.О. Семенченко // Екологічні науки. – 2018. – № 3 (22). – С. 47–52.
12. Електронний ресурс. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad-2016-na-savyt.doc> (дата звернення: 13.03.2020).
13. Баитанник М.П. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України [Текст] / М.П. Баитанник, Н.С. Жемера, Є.М. Кіптенко, Т.В. Козленко // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2014. – Вип. 266. – С. 70–93.
14. Яценко Ю. Класифікація міст України за рівнем забруднення атмосферного повітря [Текст] / Ю. Яценко, О. Шевченко, С. Сніжко // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Серія: Географія. – 2017. – № 3 (68) / 4 (69). – С. 25–30.
15. Nekos A. Assessment of environmental risks from atmospheric air pollution in industrially developed regions of Ukraine [Text] / A.N. Nekos, Yu.V. Medvedeva, N.I. Cherkashyna // Journ. Geol. Geograph. Geology. – 2019. – 28 (3). – P. 511–518. DOI: <https://doi.org/10.15421/111947>
16. Тарасова В.В. Вплив забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення [Текст] / В.В. Тарасова // Агросвіт. – 2013. – № 16. – С. 24–28.
17. Балуєва О.В. Кластерний аналіз територій України за показниками антропогенних навантажень на навколишнє природне середовище [Електронний ресурс] / О.В. Балуєва, Н.М. Чинкуляк // Ефективна економіка. – 2013. – № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2574>.
18. Chugai A. Analysis of the state of the air basin of industrial-urban agglomerations in the North-Western Black Sea [Text] / A. Chugai, T. Safranov, Yu. Holik // International Journal of Engineering & Technology (UAE). – 2018. – Vol. 7, No. 4.8. – Pp. 783–789.
19. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах [Текст] / Э.Ю. Безуглая. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 116 с.
20. Електронний ресурс. URL: <https://menr.gov.ua> (дата звернення: 5.01.2020).

**Внесок авторів:** всі автори зробили рівний внесок у цю роботу.

UDC 502:504

**Angelina Chugai,**

PhD (Geography), Associate Professor,  
Dean of Nature Protection Faculty, Odessa State Environmental University,  
15 Lvivska St., Odessa, 65016, Ukraine,  
e-mail: [avchugai@ukr.net](mailto:avchugai@ukr.net), <http://orcid.org/0000-0002-8091-8430>;

**Tamerlan Safranov,**

Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Professor,  
Head of Department of Environmental Science and Environmental Protection,  
Odessa State Environmental University,  
e-mail: [safranov@ukr.net](mailto:safranov@ukr.net), <http://orcid.org/0000-0003-0928-5121>

## FEATURES OF AIR POLLUTION THE CITIES OF THE NORTH-WESTERN BLACK SEA REGION

**Introduction.** According to official statistics, regions of Ukraine are characterized by a significant amount of pollutant emissions from stationary sources. But in many areas the dominant contribution to the formation of general levels of air pollution is made by mobile sources. Such regions include the Odessa, Mykolaiv and Kherson regions of the North-Western Black Sea. Regions of the North-Western Black Sea are characterized by a sufficiently high level of technogenic load and have a high recreational potential. This territory is characterized by unique natural resource potential. However, due to the development of urbanization processes, the impact of industrial, transport and agrarian sectors is worsening the overall environmental situation, including the state of the atmospheric air.

**Review of previous publications.** The work of many authors is devoted to the question of the level of air pollution in the cities of the North-Western Black Sea. Most of the works are complex studies of the level of pollution of the regions of Ukraine as a whole. Some works are devoted to the assessment of the technogenic load on the environment of the regions of Ukraine. An analysis of recent research has shown that the vast majority of work is devoted to the regions of Ukraine as a whole. Also, the list of pollutants and the study period are quite limited. Usually, the content of the main pollutants is analyzed. At the same time, the

content of specific pollutants is very important in the regions of the North-Western Black Sea in the formation of high levels of atmospheric pollution.

**Purpose.** The purpose of this work is to evaluate and analyze the level of air pollution of individual cities of the North-Western Black Sea over a multi-year period. The complex atmospheric pollution index, which are currently one of the main indicators of atmospheric air quality, were used for the assessment.

**Results.** The level of air pollution in Odessa is in most cases classified as "heavily polluted", Izmail – the only category "slightly polluted" (maximum concentrations in the air pool are marked by the content of formaldehyde). In Mykolayiv maximum concentrations with significant exceedances of the maximum permissible concentration are also noted for formaldehyde content, and the level of atmospheric air pollution was classified as "poorly polluted" – "contaminated". In Kherson, the highest content was observed for substances such as formaldehyde and nitrogen dioxide. The level of pollution, as in the city of Mykolaiv, was classified as "poorly contaminated" – "contaminated".

**Conclusions.** Odessa, by the content of the vast majority of the pollutants, is in the category of cities with high levels of atmospheric pollution, Mykolaiv, Kherson and Izmail – in the category with the permissible level. The results of the study are the basis for the development of environmental recommendations for reducing the emissions of pollutants into the atmospheric air of the region, primarily from mobile sources.

**Keywords:** atmospheric air, pollutant, atmospheric pollution index, classification, pollution level.

### References

1. *National Report on the State of the Environment in Ukraine in 2015(2017)*. Kyiv: Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, FOP Grin DS, 308.
2. *Electronic resource*. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>.
3. Chugai A.V. (2013). Assessment of pollution of the air pool of the city of Mykolaiv. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 13, 10–17.
4. Chugai A.V., Kolesnik A.V., Demianenko O.V., Romanenko S.E. (2015). Assessment of the air pollution level of coastal zone cities North Western Black Sea. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series "Ecology"*, 13, 91–97.
5. Chugai A.V., Patraman H.S. (2017). Contamination of atmospheric air of cities of coastal zone cities North Western Black Sea region by specific contaminants. *Man and the environment. Problems of neoecology*, 1–2(27), 113–122.
6. Chugai A.V.(2019). State and quality of the air pool Odessa industrial urban agglomerations. *Environmental safety*, 2 (28), 81 – 85.
7. *The state and quality of the natural environment of the coastal zone of the North-Western Black Sea: monograph* (2017). Ed. Safranov T.A., Chugai A.V. Kharkiv: FOP Panov AM, 298.
8. Gusyeva K.D., Pylypenko G.P., Safranov T.A. (2012). Landscape prerequisites for urban ecosystem pollution (with the city of Odessa taken as an example). *Bulletin Odessa State Environmental University*, 13, 17–28.
9. Safranov T.A., Prykhodko V.Yu., Shanina T.P., Gusyeva K.D. (2019). SWOT analysis of the urbanized area environmental component (using the example of city of Odesa). *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 23, 121–134.
10. Katerusha O.V., Safranov T.A., Gusyeva K.D. (2012). Bioclimatic component of recreational potential of Odessa industrial-urban agglomeration. *Pure city. Clean river. Clean planet. Fourth International Environmental Forum, Kherson*, 33–39.
11. Maljejev V.O., Bezpalchenko V.M., Semenchenko O.O. (2018). Atmospheric Air of city Kherson: condition and Problems. *Environmental sciences*, 3 (22), 47–52.
12. *Electronic resource*. Available at: [http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad\\_2016-na-sayt.doc](http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad_2016-na-sayt.doc).
13. Bashtannik M.P., Jemer N.S., Kiptenko E.M., Kozlenko T.V. (2014). Air pollution state the territory of Ukraine. *Scientific Works of UkrNDGMI*, 266, 70–93.
14. Iatsenko, Yu., Shevchenko, O., Snizhko, S. (2017). Classification of the city of Ukraine on the level of atmospheric air pollution. *Bulletin of the Kyiv National University Taras Shevchenko. Series: Geography*, 3(68) / 4(69), 25–30.
15. Nekos A.N., Medvedeva Yu.V., Cherkashyna N.I. (2019). Assessment of environmental risks from atmospheric air pollution in industrialized regions of Ukraine. *Journ. Geol. Geograph. Geology*, 28 (3), 511–518. DOI: <https://doi.org/10.15421/111947>
16. Tarasova V.V. (2013) *The impact of air pollution on the health of the population*. *Agrosvit*, 16, 24–28.
17. Balueva O.V., Chinkulak N.M. (2013). Cluster analyses of the Ukrainian territories according to the indices of the anthropogenic loads on the natural environment. *Effective Economics*, 12. *Electronic resource*. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?Op=1&z=2574>.
18. Chugai A., Safranov T., Holik Yu. (2018). Analysis of the state of the air basin of industrial-urban agglomerations in the North-Western Black Sea. *International Journal of Engineering & Technology (UAE)*, 7, 4.8, 783–789.
19. Bezuglya E.Yu. (1986) *Monitoring of atmospheric pollution in cities*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 116.