

in bronchoalveolar lavage fluid in patients with chronic obstructive pulmonary disease / K. Górká, J. Soja, B. Jakiela [et al.] // Pol. Arch Med Wewn. – 2016. – Vol 126, N 6. – P. 402-410.

15. Santo Tomas L.H. Emphysema and chronic obstructive pulmonary disease in coal miners / L.H. Santo Tomas // Curr Opin Pulm Med – 2011. – Vol. 17, N 2. – P.123-125.

## REFERENCES

1. Basanets AV, Dolinchuk LV [Role of  $\alpha 2M$  gene polymorphism in occupational COPD development in ukrainian coal miners]. Medicni perspektivi. 2017;3:22-28. Ukrainian.

2. Basanets AV, Ostapenko TA, Dolinchuk LV [Role of ELN gene polymorphism in occupational COPD development in ukrainian coal miners]. Ukrainsky pulmonologichny Journal. 2017;3:25-28. Ukrainian.

3. Dolinchuk LV, Basanets AV, Andrushchenko TA, Ostapenko TA. [Functional state of the bronchopulmonary system in coal miners with chronic obstructive pulmonary disease]. The electronic conference "Modern preventive medicine: from medicine to pathology to medicine of health". Moskva. 2013;24-32. Russian.

4. GarciaFerrer I, Marrero A, GomisRüth FX, Goulas T.  $\alpha 2$ Macroglobulins: Structure and Function. Subcell Biochem. 2017;83:149-83.

5. Keene JD, Jacobson S, Kechris K, Kinney GL et. al. Biomarkers predictive of exacerbations in the spiromics and COPD Gene Cohorts. Am J Respir Crit Care Med. 2017;195(4):473-81.

6. Bakke PS et al. Candidate genes for COPD in two large data sets. Epub, 2011;37(2):255-63.

7. Global strategy for asthma management and prevention (GINA 2017). Available from: [http://www.ginasthma.org/pdf/GINA\\_Report\\_2017.pdf](http://www.ginasthma.org/pdf/GINA_Report_2017.pdf).

8. Graul Neumann LM, Hausser I, Essayie M, Rauch A et. al. Highly variable cutis laxa resulting from a dominant splicing mutation of the elastin gene. Am J Med Genet A. 2008;146A(8):977-83.

9. Houghton AM. Matrix metalloproteinases in destructive lung disease. Matrix Biol. 2015;44-46:167-74.

10. Wendel DP, Taylor DG, Albertine KH et. al. Impaired distal airway development in mice lacking elastin. Am J Respir Cell Mol Biol. 2000;23(3):320-6.

11. Matheson MC, Ellis JA, Raven J, Walters EH et. al. Association of IL8, CXCR2 and TNFalpha polymorphisms and airway disease. Hum Genet. 2006;51(3):196-203.

12. Murphy G. Tissue inhibitors of metalloproteinases. Genome Biol. 2011;12(11):233.

13. Navratilova Z, Kolek V, Petrek M. Matrix Metalloproteinases and Their Inhibitors in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Arch Immunol Ther Exp (Warsz). 2016;64(3):177-93.

14. Górká K, Soja J, Jakiela B, Plutecka H et. al. Relationship between the thickness of bronchial wall layers, emphysema score, and markers of remodeling in bronchoalveolar lavage fluid in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Pol Arch Med Wewn. 2016;126(6):402-10.

15. Santo Tomas LH. Emphysema and chronic obstructive pulmonary disease in coal miners. Curr Opin Pulm Med, 2011;17(2):123-5.



УДК 669.013:504.3.054-036.3:614

[https://doi.org/10.26641/2307-0404.2018.3\(part1\).142329](https://doi.org/10.26641/2307-0404.2018.3(part1).142329)

**Е.М. Білецька,  
Н.М. Онул,  
В.І. Ніконенко \***

## **МЕТАЛУРГІЙНІ ПІДПРИЄМСТВА ЯК ДЖЕРЕЛО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ФАКТОР РИЗИКУ ПОГІРШЕННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ**

*ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»*

*вул. В. Вернадського, 9, Дніпро, 49044, Україна*

*ТОВ «Науково-дослідний інститут інноваційних технологій» \**

*вул. Соборності, 117, Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50103, Україна*

*SE «Dnipropetrovsk medical academy of Health Ministry of Ukraine»*

*V. Vernadsky str., 9, Dnipro, 49044, Ukraine*

*e-mail: belitska@ukr.net*

*LLC «Research Institute of Innovative Technologies»*

*Sobornosti str., 117, Kryvyi Rih, Dnipropetrovsk region, 50103, Ukraine*

**Ключові слова:** металургійне підприємство, забруднення атмосферного повітря, викид шкідливих речовин, ризик, профілактика

**Ключевые слова:** металлургическое предприятие, загрязнение атмосферного воздуха, выброс вредных веществ, риск, профилактика

**Key words:** metallurgical enterprise, air pollution, emission of harmful substances, risk, prevention

**Реферат.** Металлургические предприятия как источник загрязнения атмосферного воздуха и фактор риска ухудшения здоровья населения. Белецкая Э.Н., Онул Н.М., Никоненко В.И. Статья посвящена современным аспектам техногенного загрязнения атмосферного воздуха промышленного города в связи с деятельностью крупнейшего в Украине металлургического предприятия – Днепроовского металлургического комбината. Особенность настоящего научного исследования заключается в использовании комплексного и системного эколого-гигиенического подхода: была выполнена поингредиентная и суммарная гигиеническая оценка техногенного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха города, его пространственно-временная характеристика в динамике 30-летнего периода с акцентом на последние пять лет, с учетом количественной взаимосвязи с объемами валовых промышленных атмосферных выбросов и их распределения на территории города, а также произведены математические расчеты и гигиеническая оценка степени риска для здоровья населения города.

**Abstract.** Metallurgical enterprises as a source of atmospheric air pollution and a risk factor for deteriorating population health. Biletska E.M., Onul N.M., Nikonenko V.I. The article is devoted to modern aspects of technogenic pollution of atmospheric air of industrial city in connection with the activity of the largest metallurgical enterprise in Ukraine - Dneprovsky metallurgical combine. The peculiarity of this scientific research is the use of a comprehensive and systemic ecological and hygienic approach: by-ingredient and summary hygienic assessment of technogenic pollution of the atmospheric air layer in the city, its spatial and temporal characteristics in the dynamics of a 30-years' period with an emphasis on the last five years, considering quantitative relationship with the volumes of gross industrial atmospheric emissions and their distribution on the territory of the city was performed, as well as mathematical calculations and hygienic assessment of risk to the health of the city population were made.

Загальний стан екологічної безпеки в Україні є досить складним. Існує широке різноманіття факторів (як природного, так і антропогенного характеру) [11], які призводять до ускладнення її стану в просторово-часовому аспекті.

Це значною мірою впливає на стан навколишнього середовища і призводить до погіршення умов життєдіяльності людей. При цьому техногенна складова екологічної небезпеки на сучасному етапі розвитку нашої держави є чи не найбільш вагомим чинником погіршення екологічної ситуації [10].

Основним забруднювачем атмосферного повітря в Україні є промисловість, перше місце серед об'єктів якої посідають підприємства теплоенергетики (близько 29% всіх шкідливих викидів в атмосферу). На другому місці - чорна металургія як виробництво інтенсивного забруднення навколишнього середовища.

На частку підприємств чорної металургії припадає 15-20% загальних промислових забруднень атмосфери, що становить понад 10,3 млн т шкідливих речовин на рік, а в районах розташування великих металургійних комбінатів – до 50%. У середньому на 1 млн т річної продукції заводів чорної металургії атмосферні викиди становлять, т/добу: пилу – 350, сірчистого ангідриду – 200, оксиду вуглецю – 400, оксидів азоту – 42. Саме забруднення атмосфери є головною причиною екологічних проблем, що

виникають у результаті діяльності металургійних гігантів [1].

ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат» є одним з найбільших промислових центрів України. За обсягами виробництва і реалізації прокату (з урахуванням товарної заготівлі) комбінат входить до шести провідних металургійних комбінатів країни, однак є об'єктом, що становить екологічну небезпеку [6]. Тому природоохоронна діяльність підприємства, зокрема щодо охорони атмосферного повітря, є невід'ємною частиною успішного й безпечного його функціонування, а відтак підлягає постійному контролю з боку як відомчих, так і незалежних організацій та установ.

Наведені обставини зумовлюють нагальну потребу в комплексному дослідженні і вирішенні проблеми техногенного забруднення довкілля, обґрунтовують необхідність активного впровадження комплексу профілактичних заходів, спрямованих на оздоровлення навколишнього середовища, а відтак – організму людини.

Тому метою нашої роботи було проведення еколого-гігієнічної оцінки небезпеки для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря м. Кам'янське внаслідок діяльності ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат».

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Еколого-гігієнічна оцінка дотримання стандартів і нормативів при функціонуванні комбінату

в галузі охорони атмосферного повітря проводилась на основі вивчення та аналізу обсягів промислових викидів і якості приземного шару атмосфери в зоні впливу ДМК за даними служби охорони навколишнього середовища (СОНС) підприємства.

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводилася з урахуванням кратності перевищення показників забруднення їх нормативного значення за максимально-разовими концентраціями основних забруднювачів: недиференційованого за складом пилу (завислі частки), вуглецю оксиду, ангідриду сірчистого та оксидів азоту [8] і включала визначення рівня забруднення та ступеня його небезпечності [4]. Розрахунок і оцінка ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснювалися шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними рівнями впливу, а також визначення коефіцієнта (HQ) й індексу (HI) небезпеки за існуючими методичними рекомендаціями та документами [5, 13].

Отримані дані опрацьовані загальноприйнятими методами варіаційної статистики з використанням стандартних показників.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За статистичними даними Управління екології промисловості та екології міськради, у м. Кам'янське налічується 45 підприємств, що забруднюють атмосферне повітря. Серед стаціонарних джерел головними забруднювачами атмосферного повітря є "ДМК", "Баглійкокс", "Дні-

продзержинський коксохім" і "ДніпроАЗОТ". Найвищий відсоток забруднення атмосферного повітря в м. Кам'янське припадає на ПАТ «ДМК», який є одним з найбільших підприємств гірничо-металургійного комплексу України за обсягами виробництва й реалізації металопродукції [2].

На підставі даних Регіонального звіту департаменту екології та природних ресурсів Дніпропетровської облдержадміністрації про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області [3, 9], ми зробили оцінку питомої ваги внеску ДМК у загальний обсяг викидів промислових підприємств м. Кам'янське за період 2012-2016 рр., яка є найбільш істотною за загальним об'ємом порівняно з іншими підприємствами і становить щорічно 94,0-94,3%.

У зв'язку з вищевказаним, питання забруднення повітряного середовища є актуальним на всіх рівнях і безпосередньо визначає якість атмосферного повітря в районі розташування комбінату.

Динаміка викидів у атмосферу від діяльності ДМК представлена на рисунку 1 і свідчить про їх поступове зниження за досліджуваній 30-річний період у 3,1 раза: з 260,9 тис. тонн у 1987 р. до 84,9 тис. тонн у 2016 р. Така ситуація може бути зумовлена декількома факторами: зниженням виробничої потужності підприємства, модернізацією технологічного процесу й поліпшенням природоохоронної діяльності підприємства.

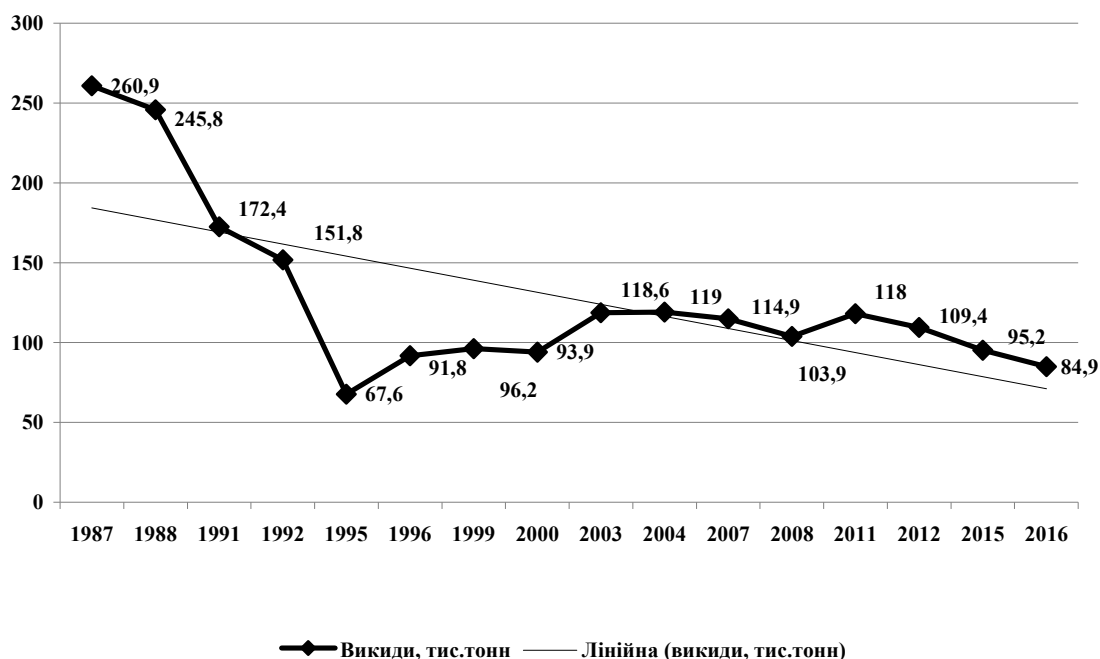
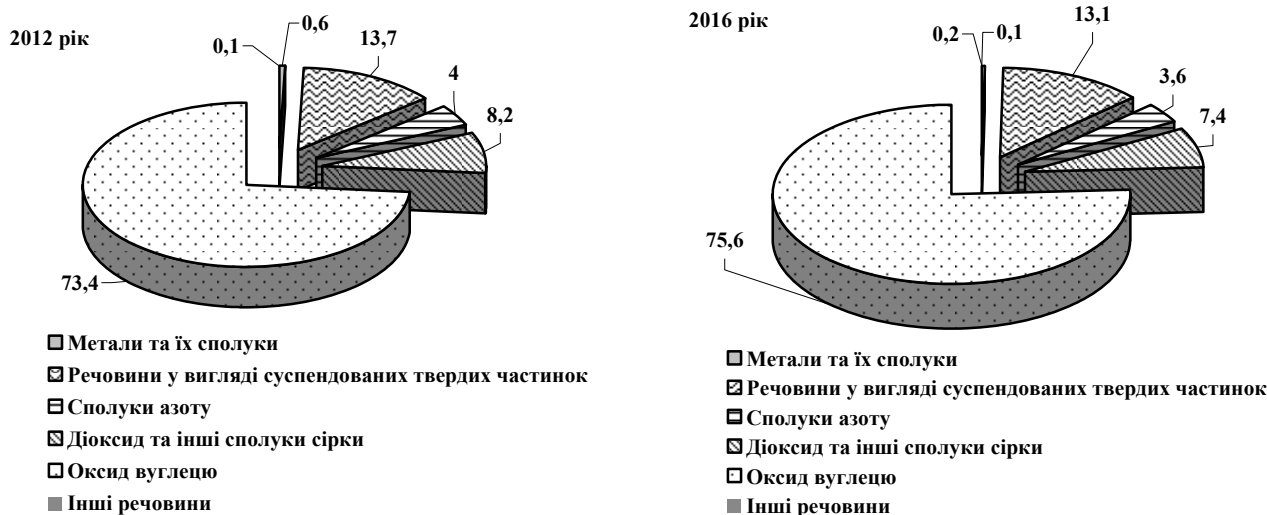


Рис. 1. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферу ДМК за період 1987-2016 рр.

Основною забруднюючою атмосфери повітря речовиною внаслідок діяльності підприємства є оксид вуглецю – у межах 73,4-75,6% (рис. 2). На другому місці – завислі тверді частинки – 12,97-13,7%. На третьому місці – діоксид та інші сполуки сірки – 7,4-8,67%.

Четверте місце посідають викиди сполук азоту – 3,57-4,0%. При цьому оцінка структури забруднювачів у динаміці досліджуваного періоду не виявила їх істотних коливань, що свідчить про відносну стабільність складу викидів підприємства.



**Рис. 2. Питова вага викидів забруднюючих речовин ДМК**

Аналіз максимально-разових концентрацій основних забруднювачів у атмосферному повітрі в санітарно-захисній зоні комбінату проведено за період 2012-2016 рр. за результатами досліджень відомчої лабораторії СОНС ДМК.

Отримані дані свідчать, що концентрації діоксиду азоту та сірки, окису вуглецю не перевищували відповідних гігієнічних концентрацій. У той же час вміст завислих речовин в усі роки спостережень становив 1,02-1,5 ГДК: 1,3 ГДК – у 2012 р, 1,03 ГДК – у 2013 р, 1,1 ГДК – у 2014 р., 1,5 ГДК – у 2015 р., 1,02 ГДК – у 2016 р.

У динаміці спостережень максимально-разові концентрації завислих речовин зменшилися на 21,9%, діоксиду азоту – на 23,2%, окису вуглецю – на 32%. У той же час спостерігається деяке збільшення максимальної концентрації діоксиду сірки – на 13,3%.

Для більш глибокої оцінки стану атмосферного повітря в зоні впливу ДМК ми використовували класифікацію (табл.), яка враховує кратність і відсоток перевищення гігієнічних нормативів [12].

**Критерії оцінки якості атмосферного повітря**

Рівень забруднення	Ступінь небезпеки	Кратність перевищення ГДК	Відсоток випадків перевищення ГДК
допустимий	безпечний	< 1	0
недопустимий	слабко 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

Згідно з даними таблиці, рівень забруднення атмосферного повітря завислими речовинами за кратністю перевищення ГДК у всіх зонах спостереження є неприпустимим, ступінь небезпеки для здоров'я населення – слабко небезпечний.

Зіставлення даних щодо викидів основних забруднюючих речовин в атмосферне повітря та якості атмосферного повітря за період 2012-2016 рр. дозволило встановити, що між викидами підприємством пилу, діоксиду азоту та сірки достовірний зв'язок відсутній, що підтверджується коефіцієнтами кореляції та апроксимації. Отримані нами дані узгоджуються з результатами інших досліджень і можуть бути зумовлені впливом викидів інших підприємств, розташованих у м. Кам'янське, викидами автотранспорту, специфікою джерел вищевказаних речовин і процесом їх розсіювання, оскільки атмосфера, як середовище проживання різних речовин, не є хімічно інертною.

У той же час між викидами підприємством окису вуглецю і забрудненням ним атмосферного повітря виявлено прямий кореляційний зв'язок –  $r = 0,887$ , що підтверджує величина достовірності коефіцієнта апроксимації:  $R^2 = 0,79$ .

Отримані дані підтверджують отримані в попередньому розділі результати щодо окису вуглецю як основного забруднювача атмосферного повітря від діяльності підприємства, питома вага якого в його сумарних викидах становила 73,4-75,6%. І хоча за даними літератури, 65% від усіх викидів СО припадає на транспорт, 21% – на дрібних споживачів і побутовий сектор, а 14% – на промисловість, отримані нами дані свідчать про суттєвий вплив діяльності ДМК на концентрацію цієї забруднюючої речовини в атмосферному повітрі міста.

Результати розрахунків коефіцієнта (НҚ) й індексу небезпеки (НІ) за показниками забруднення атмосферного повітря в районі розташування ДМК за максимально-разовими концентраціями свідчать про те, що НҚ для пилу за максимальними значеннями разових концентрацій в усі роки досліджень становить 1,03-1,11 ум. од., що згідно з існуючими класифікаціями [5, 7, 13] характеризується як насторожуючий рівень ризику і середній рівень небезпеки, тобто існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (неприпустимий для населення, допустимий для виробничих умов). Значення ризику по разовим концентраціям інших речовин знаходяться в межах 0,32-1,0 ум.

од., що відповідає допустимому рівню ризику і низькому рівню небезпеки.

Індекс небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів (НІ) для групи досліджуваних сполук по максимальним значенням разових концентрацій становить 2,82-3,25 ум. од., що характеризує рівень ризику для населення як насторожуючий (2012 рік) та допустимий (усі інші роки дослідження), рівень небезпеки – середній, при якому існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення, а, отже, є неприпустимим для населення.

## ВИСНОВКИ

1. Технологічний процес Дніпровського металургійного комбінату формує потужне техногенне забруднення атмосферного повітря, питома вага викидів якого становить 94,0-94,3% від всіх інших підприємств, що дозволяє зарахувати його до самих інтенсивних забруднювачів повітряного середовища приземного шару атмосфери території міста.

2. Основною речовиною, забруднюючою атмосферне повітря внаслідок діяльності підприємства, є оксид вуглецю – у межах 73,4-75,6%. Друге місце посідають завислі тверді частинки – 12,97-13,7%, третє місце – діоксид та інші сполуки сірки – 7,4- 8,67%, четверте місце – викиди сполук азоту – 3,57-4,0%.

3. Незважаючи на постійне зниження обсягів викидів у атмосферу за 30-річний період у 3,1 раз – з 260,9 тис. тонн у 1987 р. до 84,9 тис. тонн у 2016 р., рівень забруднення атмосферного повітря завислими речовинами в зоні впливу підприємства є неприпустимим і становить небезпеку для навколишнього середовища і здоров'я населення різного ступеня вираженості.

4. Отримані результати стали основою розробки комплексу профілактичних заходів, спрямованих на удосконалення природоохоронної діяльності підприємства, дозволять підняти її на новий якісний рівень, сформувати сучасну екологічну політику і розробити принципи формування інформаційних потоків природоохоронних заходів заводу, забезпечивши, таким чином, його функціонування як успішної саморегулюючої техноекосистеми, з метою поліпшення якості атмосферного повітря і зниження ризику його впливу на здоров'я населення.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Большина Е.П. Экология металлургического производства / Е.П. Большина. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. – 155 с.
2. Гигиеническая оценка рисков для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха вследствие производственной деятельности ПАО «Днепропетровский меткомбинат»: Монография / П.Т. Бубенко, Э.Н. Белецкая, Н.М. Онул, Н.Н. Чураевская [и др.]. – Днепр: Акцент ПП, 2017. – 140 с.
3. Екологічний паспорт Дніпропетровської області 2015 рік [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/dnipropetrovska/Dnipropetrovska\\_ekopasport\\_2015.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/dnipropetrovska/Dnipropetrovska_ekopasport_2015.pdf)
4. Котельникова Ю.О. Динаміка зміни індексу забруднення атмосфери міста Одеса за довгостроковий період / Ю. О. Котельникова А.В. Чугай // Регіональні екологічні проблеми: матеріали V Міжнар. наук. конф. студентів, магістрантів і аспірантів. – Одеса, 2012. – С. 104-110.
5. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря / Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. – Київ, 2007. – 40 с.
6. Основы водоохранной деятельности Днепропетровского металлургического комбината имени Ф.Э. Дзержинского: Монография / Э.Н. Белецкая, В.И. Никоненко, Н.М. Онул, Т.А. Головка [и др.]. – Днепропетровск, 2016. – 300 с.
7. Оценка риска для здоровья от загрязнения воздуха - общие принципы. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2016.
8. Предельно допустимые концентрации химических и биологических веществ в атмосферном воздухе населенных мест», утвержденные В.и.о. главного государственного санитарного врача Украины от 03.03.2015.
9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2015 рік. Електронний ресурс. Режим доступу: [http://dkzr.dp.gov.ua/OBLADM/obldp.nsf/index/1E3F68BE8FB8E894C22580D000467D27/\\$File/Регіональна%20оповідь\\_2015\\_%20Дніпропетровська%20область.pdf](http://dkzr.dp.gov.ua/OBLADM/obldp.nsf/index/1E3F68BE8FB8E894C22580D000467D27/$File/Регіональна%20оповідь_2015_%20Дніпропетровська%20область.pdf)
10. Сердюк А.М. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності населення у промислових регіонах України / А.М. Сердюк, В.П.Стусь, В.І.Ляшенко. – Дніпропетровськ: Пороги, 2011. – 486 с.
11. Шмандій В.М. Екологічна безпека – одна з основних складових Національної безпеки держави / В.М. Шмандій, О.В. Шмандій // Екологічна безпека. – 2008. – № 1. – С. 9-15.
12. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, С.Р. Артем'єв, Н.С. Горбань [та ін.]. – Харків: НУГЗУ, 2015. – 419 с.
13. Integrated Risk Information System (IRIS) / U.S. Environmental Protection Agency (EPA). <http://www.epa.gov/iris>.

## REFERENCES

1. Bolshina EP. [Ecology of metallurgical production]. Novotroitsk: NF NITU "MISiS". 2012;155. Russian.
2. Bubenko PT, Beletskaya EN, Onul NM, Churaevskaya NN, Nikonenko VI, Barnich YuV. [Hygienic assessment of the risks to the health of the population from atmospheric air pollution due to the production activity of PJSC "Dnipropetrovsk Metcompany"]. 2017;140. Russian.
3. [Ecological passport of Dnipropetrovsk region 2015]. Electronic resource. Available from: [http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/dnipropetrovska/Dnipropetrovska\\_ekopasport\\_2015.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/dnipropetrovska/Dnipropetrovska_ekopasport_2015.pdf). Ukrainian.
4. Kotelnikova YuO, Chugai AV. [Dynamics of changes of the index of atmospheric pollution of the city of Odessa in the long-term period]. Regional environmental problems. Materials of the 5th International Scientific Conference of Students, Graduates and Postgraduates. 2012;104-10. Ukrainian.
5. Methodical recommendations MR 2.2.12-142-2007. [Assessment of the health risks of the population from atmospheric air pollution]. Shuttle Order of the Ministry of Health of Ukraine. 2007;40. Ukrainian.
6. Beletskaya EN, Nikonenko VI, Onul NM, Golovkov TA, Churaevskaya NN. [Fundamentals of water protection activities of the Dnieper Metallurgical Combine named after FE Dzerzhinsky: Monograph]. Dnipropetrovsk. 2016;300. Russian.
7. [Risk assessment of health from air pollution - general principles]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016. Russian.
8. [Limit allowable concentrations of chemical and biological substances in the atmospheric air of populated areas]. 03.03.2015. Russian.
9. [Regional report on the state of the environment in Dnipropetrovsk region for 2015]. Electronic resource. Available from: [http://dkzr.dp.gov.ua/OBLADM/obldp.nsf/index/1E3F68BE8FB8E894C22580D000467D27/\\$File/Regionalnaja%20dotavio\\_2015\\_%20Dnipropetrovsk%20oblast.pdf](http://dkzr.dp.gov.ua/OBLADM/obldp.nsf/index/1E3F68BE8FB8E894C22580D000467D27/$File/Regionalnaja%20dotavio_2015_%20Dnipropetrovsk%20oblast.pdf). Ukrainian.
10. Serdyuk AM, Stus VP, Lyashenko VI. [Ecology of the environment and life safety of the population in industrial regions of Ukraine]. Dnipropetrovsk: "Thresholds". 2011;486. Ukrainian.
11. Shmandiy VM, Shmandy OV. [Environmental safety - one of the main components of the National Security of the state]. Ecological safety. 2008;1:9-15. Ukrainian.
12. Vasenko OG, Rybalova OV, Artemiev SR, Gorban NS, Korobkova GV, Polozentseva VO, Kozlovskaya OV, Matsak AO, Savichev AA. [Integral and complex assessments of the state of the natural environment: monograph]. X: NUGZU. 2015;419. Ukrainian.
13. Integrated Risk Information System (IRIS). [Internet]. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Available from: <http://www.epa.gov/iris>.

