

УДК 504.3

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ СТАЦІОНАРНИМИ ТА ЛІНІЙНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ВИКИДІВ

ТИМОШЕНКО О. А.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

МІНОВСЬКА А. В.², маг.

^{1*}Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-05, e-mail : timshenkelenaa09121969@rambler.ru, ORCID ID : 0000-0003-3114-9820

²Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (099)475-40-56, e-mail : minovskayaa@mail.ru

Анотація. Постановка проблеми. Стан забруднення повітря у м. Дніпро екологи визначають як критичний. У 2017 році в атмосферу міста потрапило 828 тис. т шкідливих речовин. Основний забруднювач повітряного басейну міста – автотранспорт, викиди якого складають 80...90 % від загальної кількості забруднювальних речовин, що потрапляють в атмосферу. **Мета статті** – аналіз даних моніторингових спостережень за ступенем загазованості приміагістральної території лінійними джерелами забруднення та визначення рівня забруднення атмосферного повітря житлового району в м. Дніпро викидами забруднювальних речовин від стаціонарних джерел. **Виклад основного матеріалу.** В ході досліджень застосовано методику визначення розрахункової концентрації окису вуглецю, яка присутня у викидах автотранспорту. Визначення концентрації окису вуглецю в атмосфері від поодинокого гарячого джерела виконано відповідно до ОНД-86. **Результати дослідження.** Виконано оцінювання забруднення атмосферного повітря в житловому районі викидами лінійних та стаціонарних джерел. Це дозволить розробити заходи, спрямовані на поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки урбанізованих територій. Побудовано карту забруднення атмосферного повітря в досліджуваному житловому районі викидами окису вуглецю від лінійних джерел – магістральних вулиць та стаціонарних – промпідприємств та котелень.

Ключові слова: загазованість; приміагістральна територія (ПМТ); лінійне джерело викидів; атмосферне повітря; стаціонарне джерело викидів; житловий район

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СТАЦИОНАРНЫМИ И ЛИНЕЙНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ВЫБРОСОВ

ТИМОШЕНКО Е. А.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

МИНОВСКАЯ А. В.², маг.

^{1*}Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-05, e-mail : timshenkelenaa09121969@rambler.ru, ORCID ID : 0000-0003-3114-9820

²Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38(099)475-40-56, e-mail : minovskayaa@mail.ru

Аннотация. Постановка проблемы. Состояние загрязнения воздуха в г. Днепро экологи определяют как критическое. В 2017 году в атмосферу города попало 828 тыс. т вредных веществ. Основным загрязнителем воздушного бассейна города является автотранспорт, выбросы которого составляют 80...90 % от общего количества загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу. **Цель статьи** – анализ данных мониторинговых наблюдений по степени загазованности приміагістральной территории линейными источниками загрязнения и определение уровня загрязнения атмосферного воздуха жилого района в г. Днепро выбросами загрязняющих веществ от стационарных источников. **Изложение основного материала.** В ходе исследований использована методика определения расчетной концентрации окиси углерода, присутствующей в выбросах автотранспорта. Определение концентрации окиси углерода в атмосфере от одиночного горячего источника выполнено в соответствии с ОНД-86. **Результаты исследования.** Выполнена оценка загрязнения атмосферного воздуха в жилом районе выбросами линейных и стационарных источников, что позволит разработать меры, направленные на улучшение экологической ситуации и повышение уровня экологической безопасности урбанизированных территорий. Построена карта загрязнения атмосферного воздуха в исследуемом жилом районе выбросами окиси углерода от линейных источников – магістральных улиц и стационарных – промпредприятий и котельных.

Ключевые слова: загазованность; приміагістральная территория (ПМТ); линейный источник выбросов; атмосферный воздух; стационарный источник выбросов; жилой район

THE ESTIMATION OF THE ATMOSPHERIC AIR POLLUTION'S LEVEL BY STATIONARY AND LINEAR SOURCES OF THE EMISSIONS

TYMOSHENKO O. A.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,

MINOVSKAYA A. V.², *Master*

^{1*}Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo st., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-05, e-mail : timshenkelenaa09121969@rambler.ru, ORCID ID : 0000-0003-3114-9820

²Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38(099)475-40-56, e-mail : minovskayaa@mail.ru

Abstract. Statement of the problem. Status of air pollution in the Dnieper river ecologists define as critical. In 2017 in the sights of the city were 828 thousand tons of harmful substances. Main pollutant of the air basin of the city is road transport, whose emissions account for 80...90 % of the total amount of pollutants entering the atmosphere. **The purpose of the article** is the analysis of the data of monitoring observations on the degree of pollution near trunk road site linear sources of pollution and determine the level of pollution of atmospheric air of residential area in the city of Dnipro to the emission of pollutants from stationary sources. **Presentation of the basic material.** During the research the technique used for determining the estimated concentration of carbon monoxide, prisutstvuet in motor vehicle emissions. Determination of the concentration of carbon monoxide in the atmosphere from a single hot spring made in accordance with OND-86. **The results of the study.** Assessment of pollution in highly atmospheric air in the residential area emission of linear and stationary sources that will allow us to develop actions aimed at improvement of ecological situation and increase of level of ecological safety of urbanized territories. A map of air pollution in the studied residential area emission of carbon monoxide from linear sources, main streets, and stationary – industrial enterprises and boiler houses.

Keywords: fumes; near trunk road territory (NRT); line source emissions; ambient air; stationary source emission; residential area

Постановка проблеми. У промислово розвинених країнах основне джерело забруднення атмосфери – це автотранспорт. Стан забруднення повітря у м. Дніпро екологи визначають як критичний. У 2017 році в атмосферу міста потрапило 828 тис. т шкідливих речовин. Основний забруднювач повітряного басейну міста – автотранспорт, викиди якого складають 80...90 % від загальної кількості забруднювальних речовин, що потрапляють в атмосферу. Кількість автотранспортних засобів у місті неухильно зростає.

Чадний газ (СО) – продукт неповного згоряння автомобільного палива. Присутність оксиду вуглецю в атмосферному повітрі людин не може відчувати а за запахом або кольором. Оксид вуглецю вважається «вдихуваною отрутою», здатною створювати дефіцит кисню в тканинах тіла, що може викликати головний біль, запаморочення, нудоту, втрату свідомості і навіть спричинити смерть. Окис вуглецю може отруювати організм повільно протягом 7 годин, навіть у низьких концентраціях. Найчутливіші органи, такі як мозок, серце і легені, найбільше страждають від нестачі кисню. На жаль, симптоми

отруєння легко сплутати з проявом інших хвороб, а отруєння низькою концентрацією СО взагалі практично неможливо визначити [1–6].

Актуальність досліджень. Виконано оцінювання забруднення атмосферного повітря в житловому районі викидами лінійних та стаціонарних джерел. Це дозволить розробити заходи, спрямовані на поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки урбанізованих територій.

Мета роботи – аналіз даних моніторингових спостережень за ступенем загазованості примігстральної території лінійними джерелами забруднення та визначення рівня забруднення атмосферного повітря житлового району в м. Дніпро викидами забруднювальних речовин від стаціонарних джерел (промислових підприємств та котельень).

Методи дослідження: методика визначення розрахункової концентрації окису вуглецю від викидів автотранспорту; методика визначення концентрації окису вуглецю в атмосфері від поодинокого гарячого джерела [7; 8].

Таблиця 1

Дані натурних вимірювань параметрів руху в години пік (липень – грудень 2017 р.) та умов, які впливають на загазованість приміагістральної території викидами транспорту / Data from field measurements of motion parameters in the "rush hour" (July – December 2017) and conditions that affect the gas content premastering site emissions transport

Місяць, рік спостережень	Загальна інтенсивність, авт/год.	Інтенсивність вантажного та громадського транспорту, авт/год.	Середня швидкість руху транспорту, км/год.	Поздовжній ухил проїжджої частини, ‰	Ширина вулиці, м
1	2	3	4	5	6
вул. Воскресенська					
Липень 2017	1 278	162	40	30	31,5
Серпень 2017	1 350	188	40	30	31,5
Вересень 2017	1 165	153	40	30	31,5
Жовтень 2017	1 053	124	40	30	31,5
Листопад 2017	1 108	146	40	30	31,5
Грудень 2017	1 243	158	40	30	31,5
вул. Михайла Грушевського					
Липень 2017	1 552	340	40	30	31,5
Серпень 2017	1 500	320	40	30	31,5
Вересень 2017	1 458	258	40	30	31,5
Жовтень 2017	1 364	206	40	30	31,5
Листопад 2017	1 378	215	40	30	31,5
Грудень 2017	1 100	178	40	30	31,5
вул. Святослава Хороброго					
Липень 2017	806	96	40	10	35,5
Серпень 2017	856	118	40	10	35,5
Вересень 2017	657	67	40	10	35,5
Жовтень 2017	673	60	40	10	35,5
Листопад 2017	700	67	40	10	35,5
Грудень 2017	1 163	283	40	5	35,5
пр. Дмитра Яворницького					
Липень 2017	1 235	286	40	5	35,5
Серпень 2017	1 106	246	40	5	35,5
Вересень 2017	1 125	257	40	5	35,5
Жовтень 2017	1 087	210	40	5	35,5
Листопад 2017	1 090	200	40	5	35,5
Грудень 2017	1 095	206	40	5	36,5

Виклад основного матеріалу

1. Вихідні дані для прогнозування забруднення приміагістральної території (ПМТ) викидами окису вуглецю автотранспорту та результати розрахунків

У ході досліджень застосовано методику визначення розрахункової концентрації окису вуглецю, присутньої у викидах автотранспорту [7].

Умови загазованості приміагістральної території залежать від конкретної містобудівельно-транспортної ситуації:

– умов руху (середня швидкість руху, поздовжній ухил проїжджої частини,

кількість вантажного і громадського транспорту в потоці, інтенсивність руху);

– ширини смуги відведення магістральної вулиці в лініях забудови;

– наявності в контактній-стиківій зоні екранувальних споруд (стінка, виїмка, насип і їх комбінація) та газозахисних смуг зелених насаджень;

– швидкості вітру на магістральній вулиці та в житловій забудові.

Відповідно до методики [7] на основі даних натурних вимірювань (табл. 1) розраховано середньомісячні концентрації окису вуглецю (табл. 2), що міститься у викидах автотранспорту, який рухається по вулицях Воскресенській, Святослава

Хороброго, Михайла Грушевського та проспекту Дмитра Яворницького, за період липень – грудень 2017 року. Таким чином, на основі даних таблиці 1 визначено середньомісячні концентрації окису вуглецю на автомагістралях житлового району: вул. Воскресенська – 28,62 мг/м³; вул. Михайла Грушевського – 34,26 мг/м³;

вул. Святослава Хороброго – 17,53 мг/м³; пр. Дмитра Яворницького – 23,73 мг/м³. Тобто має місце перевищення нормативних показників (ГДК) за фактором загазованості приміагістральної території на всіх досліджуваних об'єктах у середньому в 4...7 разів.

Таблиця 2

Значення розрахункових концентрацій CO у викидах автотранспорту, що рухається по вулицях досліджуваного району

Місяць, рік спостережень	Поправка на відхилення від частки вантажного і громадського транспорту в потоці (70 %)	Поправка на відхилення від середньої швидкості руху (40 км/год.)	Поправка на поздовжній ухил проїжджої частини (20 %)	Сума поправок, мг/м ³	Максимальна концентрація, С ^{CO} _{max} , мг/м ³	Середньозважена швидкість вітру на вулиці V _B , м/с	Розрахункова концентрація, С ^{CO} _{p3} , мг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
вул. Воскресенська							
Липень 2017	-26,5	0	1,5	-10,15	42,30	0,71	30,46
Серпень 2017	-25,5	0	1,5	-10,20	44,83	0,71	32,28
Вересень 2017	-26,0	0	1,5	-9,20	39,54	0,71	28,47
Жовтень 2017	-26,3	0	1,5	-8,60	36,30	0,71	26,16
Листопад 2017	-25,9	0	1,5	-8,23	38,80	0,71	27,96
Грудень 2017	-26,2	0	1,5	-9,80	36,65	0,71	26,39
вул. Михайла Грушевського							
Липень 2017	-22,6	0	1,5	-10,07	52,31	0,71	37,66
Серпень 2017	-22,7	0	1,5	-9,38	50,76	0,71	36,55
Вересень 2017	-24,0	0	1,5	-10,19	48,75	0,71	35,10
Жовтень 2017	-25,1	0	1,5	-10,10	45,42	0,71	32,70
Листопад 2017	-24,9	0	1,5	-10,11	45,97	0,71	27,85
Грудень 2017	-24,1	0	1,5	-8,13	38,68	0,71	35,70
вул. Святослава Хороброго							
Липень 2017	-25,8	0	0	-25,8	30,0	1,63	25,0
Серпень 2017	-26,0	0	0	-26,0	22,0	1,63	18,30
Вересень 2017	-27,2	0	0	-27,2	20,1	1,63	16,75
Жовтень 2017	-27,4	0	0	-27,4	17,7	1,63	14,75
Листопад 2017	-28,0	0	0	-28,0	18,0	1,63	15,00
Грудень 2017	-27,8	0	0	-27,8	18,5	1,63	15,4
пр. Дмитра Яворницького							
Липень 2017	-21,5	0	0	-21,5	29,5	1,63	24,5
Серпень 2017	-21,0	0	0	-21	31,2	1,63	26,0
Вересень 2017	-22,0	0	0	-22	28,1	1,63	23,40
Жовтень 2017	-22,2	0	0	-22,2	28,4	1,63	23,60
Листопад 2017	-23,5	0	0	-23,5	27,2	1,63	22,60
Грудень 2017	-25,0	0	0	-25	26,7	1,63	22,25

2. Вихідні дані для визначення рівня забруднення атмосферного повітря в житловій забудові викидами підприємств та котелень

Для виконання цього завдання як джерела забруднення атмосферного повітря в житловому районі обрано 10 промислових підприємств м. Дніпро, що мають найбільшу виробничу потужність, та 10 котелень, які

розташовані в безпосередній близькості до досліджуваного району. Загальну характеристику цих стаціонарних джерел викидів наведено в таблицях 3 і 4.

Визначення концентрації окису вуглецю в атмосфері від поодинокого гарячого джерела виконано відповідно до ОНД-86 [8] за допомогою авторської комп'ютерної програми.

Таблиця 3

Характеристика промислових підприємств як джерел забруднення атмосферного повітря / Characteristics of industrial enterprises as sources of air pollution

Найменування підприємства	Викинуто забруднювальних речовин, т/рік	Тверді речовини, т/рік	Газоподібні й рідкі речовини, т/рік	Сірчаний ангідрид, т/рік	Окис вуглецю, т/рік	Окис азоту, т/рік	Висота джерела, м	Діаметр гирла, м	Швидкість виходу газоповітряної суміші, м/с	Температура виходу суміші, °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПАТ «ЄВРАЗ-ДМЗ»	11 069,2	3 137,4	7 931,8	231,5	6 934,0	766,3	115	5	0,9	366
ТОВ «Дніпровський трубний завод»	194,2	26,5	167,7	0,33	98,3	69,1	80	0,8	0,9	200
ВАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод»	17 504,9	818,9	16 686,0	5 562,0	5 562,0	5 562	100	3,2	8,0	210
ВАТ «Дніпрококс»	2102,2	219,2	1883,0	1679,8	87,2	116,0	100	0,9	0,9	180
ВАТ «Дніпрошина»	812,4	85,9	726,5	228,0	38,5	460,0	120	2,0	1,1	150
ПАТ «Дніпроенерго»	88 002,0	17 995,0	70 007	49 127,0	3 633,0	17 247	180	12,0	1,3	400
ДП «ВО Південний машинобудівний завод ім. О. М. Макарова»	2 416,0	1 208,0	1 208,0	254,0	386,0	568,0	115	0,9	1,1	230
ВАТ «Дніпровагонрембуд»	604,0	302,0	302,0	12,0	242,0	48,0	15	0,8	0,8	120
ВАТ «Комінмет»	678,0	339,0	339,0	121,0	74,0	144,0	120	0,8	1,0	320
ВАТ «Дніпроважмаш»	5 586,0	2 793,0	2 793,0	56,0	2 485	252,0	40	0,8	0,7	120

Висновки. 1. У період з липня по грудень 2017 р. за допомогою натурних вимірювань досліджено параметри руху в «годину пік» на магістральних вулицях одного з житлових районів м. Дніпро, а саме: інтенсивність транспорту; інтенсивність вантажного і громадського транспорту; середня швидкість руху транспорту; поздовжній ухил проїжджої частини; ширина вулиці у лініях забудови.

2. Середні значення максимальних розрахункових концентрацій окису вуглецю на вулицях (на центральній вісі проїжджої частини) за досліджуваний період склали:

- вул. Воскресенська – $C_{\max}^{\text{CO}} = 44,83 \text{ мг/м}^3$ (клас загазованості – 45 мг/м^3);

- вул. Михайла Грушевського – $C_{\max}^{\text{CO}} = 52,31 \text{ мг/м}^3$ (клас загазованості – 50 мг/м^3);

- вул. Святослава Хороброго – $C_{\max}^{\text{CO}} = 25 \text{ мг/м}^3$ (клас загазованості – 25 мг/м^3);

- пр. Дмитра Яворницького – $C_{\max}^{\text{CO}} = 26 \text{ мг/м}^3$ (клас загазованості – 25 мг/м^3).

3. Середні значення розрахункової концентрації СО на досліджуваних вулицях протягом періоду спостережень складають:

- вул. Воскресенська $C_p^{\text{CO}} = 28,62 \text{ мг/м}^3$ (клас загазованості – 30 мг/м^3);

- вул. Михайла Грушевського $C_p^{\text{CO}} = 34,26 \text{ мг/м}^3$ (клас загазованості – 35 мг/м^3);

- вул. Святослава Хороброго $C_p^{\text{CO}} = 17,53 \text{ мг/м}^3$ (клас загазованості – 20 мг/м^3);

- пр. Дмитра Яворницького $C_p^{\text{CO}} = 23,73 \text{ мг/м}^3$ (клас загазованості – 25 мг/м^3).

4. Нормовані значення концентрацій СО в атмосферному повітрі міста складають: $\text{ГДК}_{\text{CO}} = 3 \text{ мг/м}^3$ (середньодобова) і 5 мг/м^3 (максимально разова), тому на вулицях досліджуваного району спостерігається перевищення ГДК_{CO} в середньому в 10 разів, що вимагає розроблення та економічного обґрунтування заходів, спрямованих на зниження рівня загазованості приміжмагістральної території.

5. Оцінено рівень забруднення атмосферного повітря в житловій забудові стаціонарними джерелами викидів. Тобто розглянуто десять наближених до житлового району котелень та десять промислових підприємств – головних забруднювачів атмосферного повітря м. Дніпро.

6. Найбільші забруднювачі атмосферного повітря міста – ПАТ «Дніпроенерго» (88 002 т/рік) та ВАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод» (17 504 т/рік).

7. Котельні з найпотужнішим викидом – № 3 на вул. Князя Володимира Великого, 16 (азот двоокисний – $1,44 \text{ г/с}$, СО – $0,35 \text{ г/с}$) та № 2 на вул. Воскресенській, 36 (азот двоокисний – $1,14 \text{ г/с}$, СО – $0,32 \text{ г/с}$).

8. Рівень забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю від стаціонарних джерел у досліджуваному районі визначено розрахунковим методом: концентрація СО

склала 2,5...4,5 мг/м³ (без урахування фонові концентрації) та 6,0...8,0 мг/м³ (з урахуванням фонові концентрації), тобто перевищення ГДК_{СО} складає 2...2,7 раза.

Таблиця 4

**Характеристика котелень як джерел забруднення атмосферного повітря
/ Characteristics of boilers as sources of air pollution**

Джерело викиду				Параметри джерел викидів		Характеристики пилогазо-повітряної суміші			Забруднювальні речовини		Потужність викиду	
№ з/п	Найменування	Адреса	Джерело виділення	Висота, м	Діаметр, м	Об'єм, м ³ /с	Швидкість, м/с	Температура, °С	Код	Найменування	г/с	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Котельня	вул. Воскресенська, 36	димар	30,0	1,50	4,52	2,56	170,0	301	Азоту двоокис	1,1 210	6,5 916
									337	Окис вуглецю	0,3 164	20,4 957
2	Котельня	вул. Воскресенська, 36	димар	30,0	1,50	4,62	2,62	202,0	301	Азоту двоокис	1,1 365	6,5 916
									337	Окис вуглецю	0,3 234	20,4 957
3	Котельня	вул. Князя Володимира Великого, 16	димар	30,0	1,50	5,79	3,28	170,0	301	Азоту двоокис	1,4 359	7,7 983
									337	Окис вуглецю	0,3 474	24,2 477
4	Котельня	вул. Князя Володимира Великого, 16	димар	30,0	1,50	4,43	2,51	136,0	301	Азоту двоокис	1,1 075	7,7 983
									337	Окис вуглецю	0,3 101	24,2 477
5	Котельня	вул. Князя Володимира Великого, 11	димар	20	0,40	0,37	2,95	120,0	301	Азоту двоокис	0,0 925	0,5 254
									337	Окис вуглецю	0,0 481	1,6 337
6	Котельня	вул. Михайла Грушевського, 14	димар	30	0,78	0,86	1,80	170,0	301	Азоту двоокис	0,2 150	0,4 979
									337	Окис вуглецю	0,1 118	1,5 483
7	Котельня	вул. Старокозацька, 3	димар	30	0,50	0,51	2,60	120,0	301	Азоту двоокис	0,1 275	0,6 510
									337	Окис вуглецю	0,0 663	2,0 242
8	Котельня	вул. Січових Стрільців, 28	димар	15	0,34	0,38	4,19	120,0	301	Азоту двоокис	0,0 950	0,1 743
									337	Окис вуглецю	0,0 494	0,5 419
9	Котельня	вул. Воскресенська, 34	димар	18	0,55	0,79	3,33	120,0	301	Азоту двоокис	0,1 975	3,2 759
									337	Окис вуглецю	0,1 027	10,1 86
10	Котельня	вул. Михайла Грушевського, 14	димар	18	0,45	0,50	3,15	120,0	301	Азоту двоокис	0,1 250	0,1 510
									337	Окис вуглецю	0,0650	0,4695

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Алабовський О. М. Основи екології : навч. посіб. / О. М. Алабовський, Н. Ю. Колесникова ; ІСДО, КПІ. – Київ : [б.в.], 1995. – 76 с.
- Боков В. А. Основы экологической безопасности : учеб. пособие / В. А. Боков, А. В. Луцкич. – Симферополь : Сонат, 1998. – 223 с.
- Бровдій В. М. Екологічні проблеми України (проблеми ноогеніки) : навч. посіб. з екології / В. М. Бровдій, О. О. Гаца ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Наук.-дослідн. лаб. з проблем еколог. освіти. – Київ : [б.в.], 2000. – 110 с.
- Геохимия окружающей среды / [Ю. Е. Саєт, Б. А. Раєвич, Е. П. Янин и др.]. – Москва : Недра, 1990. – 335 с.
- Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень : монографія / М. Д. Гродзинський. – Київ : Лікей, 1995. – 228 с.

6. Окружающая среда и здоровье : учеб. пособие / Т. Гвидотти Т. Кьелстром, Т. Д. Кок и др. ; под ред. Люка Хенса и др. – Киев : Наукова думка, 1998. – 325 с. – (Науки об окружающей среде).
7. Тищенко Н. Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе : справочник / Н. Ф. Тищенко. – Москва : Химия, 1991. – 362 с.
8. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий : ОНД-86. – [Взамен СН 369-74] ; введен 1987-01-01. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1987. – 87 с.

REFERENCES

1. Labowskyi O.M. and Kolesnikova N.Yu. *Osnovy ekolohii* [Fundamentals of Ecology]. Kyiv: [s.n.], 1995, 76 p. (in Ukrainian).
2. Bokov V.A. and Lushhik A.V. *Osnovy ekologicheskoy bezopasnosti* [Foundations of environmental security]. Simferopol: Sonat, 1998, 223 p. (in Russian).
3. Browdii V.M. and Gatsa O.O. *Ekologichni problemy Ukrainy (problemi nooheniki)* [Ecological problems of Ukraine (problems neogence)]. Nats. ped. un-t im. M. P. Dragomanova. Nauk.-doslidn. lab. z problem ekolog. osvity [National pedagogical Un-ty named after M.P. Dragomanov, Research-scientific laboratory on environmental education issues]. Kyiv: [s.n.], 2000, 110 p. (in Ukrainian).
4. Saet Yu.E., Raevich B.A., Yanin E.P. etc. *Geoximiya okruzhayushhej sredy* [Geochemistry of the environment]. Moskva: Nedra, 1990, 335 p. (in Russian).
5. Grodzynskyi M.D. *Stiikist heosystem do antropogennykh navantazhen* [Sustainability of geosystems to the anthropogenic loadings]. Kyiv: Likei, 1995, 228 p. (in Ukrainian).
6. Gvidott T., K'elstrem T. and Kok T.D., ed. by Xens L. *Okruzhaischaia sreda i zdorove* [Environment and health]. Nauki ob okruzhayushhej srede [Environmental Sciences]. Kyiv: Naukova dumka, 1998, 325 p. (in Russian).
7. Tishhenko N.F. *Oxrana atmosfernogo vozduha. Raschet soderzhaniya vrednyx veschestv i ix raspredelenie v vozduhe* [Protection of atmospheric air. Calculation of the content of harmful substances and their distribution in air]. Moskva: Ximiya, 1991, 362 p. (in Russian).
8. OND-86 «*Metodika rashheta koncentracij v atmosfernom vozduxe vrednyx veshhestv, soderzhashhihsya v vybrosax predpriyatij*» [General Normative Documentation -86 “Method for Calculating Atmospheric Concentration of Hazardous Substances Contained in Industrial Emissions”]. Dated on January 01, 1987, Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987, 87 p. (in Russian).

*Рецензент: Шапар А. Г. д-р техн. наук, проф.,
Біляєв М. М. д-р техн. наук, проф.*

Надійшла до редколегії: 10.10.2017 р.

Прийнята до друку: 27.10.2017 р.