



ЕКОЛОГІЯ

УДК 504

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.15>

САНІТАРНО-ЗАХИСНА ЗОНА ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ

В. Є. Бекетов¹, Ю. А. Коваленко²

Роботу присвячено аналізу питань, пов'язаних із визначенням санітарно-захисної зони підприємства – джерела забруднення атмосфери, розташованого на території м. Харків. Метою дослідження є визначення розмірів санітарно-захисної зони в умовах багатоповерхової забудови для підприємства комунального хазяйства – котельні по вул. Артема Веделя, 4 (КП «ХТМ») у м. Харків. Для досягнення мети поставлено такі завдання: оцінити забруднення атмосферного повітря прилеглої території шляхом розрахунку приземних концентрацій, виконати розрахунки розсіювання забруднюючих речовин на різних висотах з урахуванням поверховості забудови житлової зони, визначити розміри санітарно-захисної зони підприємства для житлової зони різної поверховості забудови.

Котельня була збудована в 1969 р. і вважається найпотужнішою серед котелень у м. Харків, знаходиться у східній частині міста. Територія котельні має форму багатогранника і межує з південного заходу зі школою-інтернатом (відстань від найближчого джерела викидів – 80 м), із заходу – із будинками приватного сектору (відстань від найближчого джерела викидів – 60 м).

У інших напрямках до меж котельної примикають ділянки нежитлової зони.

За результатами розрахунків концентрації забруднюючих речовин у приземному шарі від викидів котельної визначено, що якість атмосферного повітря відповідає санітарним нормам. Санітарно-захисна зона встановлена у межах території підприємства. Розрахунки розсіювання забруднюючих речовин на різних висотах прилеглої території показують необхідність коригування встановленої санітарно-захисної зони з урахуванням поверховості житлової забудови прилеглої території.

Ключові слова: санітарно-захисна зона, забруднення атмосфери, розрахунок забруднення атмосфери.

¹ кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерної екології міст
(Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків)
e-mail: wlbek17@gmail.com
ORCID: 0009-0000-9453-6137

² кандидат технічних наук,
доцент кафедри інженерної екології міст
(Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків)
e-mail: kovalenkoy55@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2491-2309

SANITARY AND PROTECTIVE ZONE OF THE ENTERPRISE IN THE CONDITIONS OF A HIGH-STORY BUILDING

V. Ye. Biekietov, Yu. L. Kovalenko

The paper is devoted to the analysis of issues related to the determination of the sanitary protection zone of an enterprise - a source of air pollution located in the city of Kharkiv. The purpose of the study is to determine the size of the sanitary protection zone in the conditions of multi-storey buildings for a municipal utility enterprise – a boiler house at 4 Artema Vedel Street (KP «KhTM») in Kharkiv. To achieve this goal, the following tasks were set: to assess the air pollution of the adjacent territory by calculating ground concentrations, to perform calculations of the dispersion of pollutants at different heights, taking into account the number of storeys of the residential area, to determine the size of the sanitary protection zone of the enterprise for the residential area of different

The boiler house was built in 1969 and is considered the most powerful among the boiler houses in Kharkiv, located in the eastern part of the city. The territory of the boiler house has a polyhedron shape and is bordered by a boarding school to the southwest (distance from the nearest emission source is 80 m), and by private sector houses to the west (distance from the nearest emission source is 60 m). In other directions, non-residential areas are adjacent to the boiler house boundaries.

Based on the results of calculations of the concentration of pollutants in the surface layer from the boiler house emissions, it was determined that the quality of the air meets sanitary standards. The sanitary protection zone is established within the territory of the enterprise. Calculations of pollutant dispersion at different heights of the adjacent territory

Key words: sanitary protection zone, atmospheric pollution, calculation of atmospheric pollution.

Вступ

Санітарно-захисна зона – спеціальна територія з особливим режимом використання, яка встановлюється навколо об'єктів, що є джерелами шкідливої дії на місця існування й здоров'я людини. Вона створюється з метою мінімізації негативного впливу, яке проявляється в утворенні забруднювачів, що надходять у навколишнє середовище в процесі діяльності підприємств. Під забрудненнями, які надходять в атмосферу, мають на увазі: ультразвукові хвилі й електромагнітні поля, гарячі гази; інтенсивні запахи, токсичні випари, шум, радіацію, бруд, пил тощо. Значення несприятливих виробничих чинників на межі санітарно-захисної зони не повинно перевищувати гігієнічних нормативів, установлених для населених місць. Розміри санітарно-захисної зони (СЗЗ) залежать від технологічних процесів, потужності виробництва, кліматичних чинників, ефективності газоочисного обладнання й інших чинників.

Політика України в галузі забезпечення безпеки базується на національних законах і нормативних документах, спрямованих на захист здоров'я і життя людей, охорону навколишнього середовища, зокрема це закон України «Про охорону атмосферного повітря» та Накази Міністерства охорони здоров'я України: Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 01.10.2023 р. (Закон..., 2023), Наказ Міністерства охорони

здоров'я України «Гігієнічні регламенти орієнтовно безпечних рівнів впливу хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» від 08.10.2021 р. (Наказ ..., 2021), Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)» від 07.08.2014 р. (Наказ ..., 2014), Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» від 07.03.2019 р. (Наказ ..., 2019).

Згідно з нормативними актами санітарного законодавства України, розроблення проекту обґрунтування орієнтовною (попередньою) СЗЗ є обов'язковою умовою для всіх об'єктів, що проєктуються, будуються, реконструюються, та діючих об'єктів, що є джерелами впливу на довкілля й здоров'я людини. При цьому, згідно з Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» від 07.03.2019 р., надійність орієнтовного розміру СЗЗ об'єктів, розробленого на підставі розрахункових методів, повинна підтверджуватися результатами спостережень із метою обґрунтування кордонів остаточної (встановленої) СЗЗ.

Одним з основних чинників негативного впливу на довкілля є забруднення атмос-

ферного повітря викидами підприємств. Межі санітарно-захисної зони у цьому разі визначаються з урахуванням концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері приземного шару. Проте під час установавання санітарно-захисної зони підприємств, які розташовуються в межі міста з багатопверховою забудовою і межують із житловою зоною, актуальним є визначення концентрації забруднювачів не лише в приземному шарі, а й по вертикалі з урахуванням висоти житлових будівель.

Метою статті є дослідження умов формування меж розрахункової санітарно-захисної зони на різних висотах від джерел викидів в атмосферу котельні по вул. Артема Веделя, 4 (КП «ХТМ») у м. Харків.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- виконати оцінку забруднення атмосферного повітря для умов визначення існуючої санітарно-захисної зони;
- виконати розрахунки розсіювання забруднюючих речовин на різних висотах з урахуванням поверховості забудови житлової зони;
- визначити розміри санітарно-захисної зони підприємства для житлової зони різної поверховості забудови.

Матеріал і методи

Початковий матеріал для дослідження – «Звіт з інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферу», проведеної для досліджуваної котельні. Котельня була збудована в 1969 р. і вважається найпотужнішою серед котельнь м. Харків, розташована у східній частині міста. Територія котельні має форму багатогранника й межує з такими об'єктами і територіями:

- із півночі – транспортна філія КП «ХТМ»;
- із північного сходу – склади, землі Харківського технічного центру «Берізка»;
- зі сходу – СТО ВО «Комунар»;
- із південного сходу – хлібокомбінат «Слобожанський»;
- із півдня – КП «ВТП «Вода»;
- із південного заходу – школа-інтернат № 14 (відстань від найближчого джерела викидів становить 80 м);
- із заходу – вул. Артема Веделя, за якою знаходяться будинки приватного сектору.

Найближчий житловий будинок розташований на заході у 60 м від найближчого джерела викидів.

Котельня по вул. Артема Веделя, 4 обладнана шістьма водогрійними котлами ПТВМ-100 (номінальна потужність кожного – 106

МВт) і одним водогрійним котлом ПТВМ-180 (номінальна потужність – 209 МВт) й здійснює виробництво теплоносія для потреб населення (опалення та гаряче водопостачання). П'ять котлів ПТВМ-100 природним шляхом виділяють в атмосферне повітря продукти згорання природного газу через п'ять труб заввишки 53 м. Викиди від шостого котла ПТВМ-100 і котла ПТВМ-180 здійснюються через загальну трубу заввишки 150 м.

Основні забруднюючі речовини, які утворюються під час спалювання природного газу – оксиди азоту й вуглецю, їх сумарний річний викид становить понад 413 т.

Сьогодні існують різні моделі поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі: моделі Гаусова факела, моделі Лагранжової хмари, модель дифузійних частинок Лагранжа та ін. (Бондаренко, 2009; Воробець і Скрипський, 2013; Татарченко, 2022).

Модель Гаусова факела є одним із найпоширеніших нині методів моделювання процесів забруднення атмосферного повітря. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств ОНД 86, базується на модифікованій моделі Гаусова факела та має статус затвердженої законом методики в Україні.

Розрахунки розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері виконані за програмою «Eol2000h» (Сайт ...), яка дає змогу кількісно оцінити вплив викидів забруднюючих речовин від підприємств на забруднення приземного шару атмосфери і на різній висоті. Розрахункові модулі програми реалізують методику ОНД 86. Згідно із цією методикою, рівень забруднення атмосферного повітря характеризується найбільшим розрахованим значенням концентрації, відповідним несприятливим метеорологічним умовам, у тому числі небезпечній швидкості вітру. Розрахунками визначаються разові концентрації, що відносяться до 20÷30 хвилинного інтервалу усереднювання.

У розрахунках забруднення прилеглої території викидами забруднюючих речовин котельні враховувалася одночасність роботи джерел викидів. У роботі задіяно чотири джерела з шести.

Результати та обговорення

На початковому етапі досліджень була виконана оцінка впливу викидів забруднюючих речовин від котельні на якість атмосферного повітря прилеглої території. Радіус

зони впливу підприємства відповідно до чинних нормативно-методичних документів визначається максимальною відстанню до ізоліній 0,05 ГДК. Розрахунки показали, що ізолінія 0,05 ГДК визначається за двоокисом азоту, радіус зони впливу підприємства становить 9 500 м (рис. 1). Контрольні точки під час оцінки забруднення атмосферного повітря були вибрані в найближчій житловій забудові навколо котельні. Карта-схема території котельної, схема розташування контрольних точок показана на рис. 2.

Координати точок, назву об'єктів, поверховість забудови представлено в табл. 1.

Результати розрахунку приземних концентрацій забруднюючих речовин показали, що основним забруднювачем є двоокис азоту, найбільші концентрації ($0,6752 \div 0,6854$ ГДК) розташовані в радіусі 400–500 м (табл. 2). Розрахункові концентрації двоокису азоту в контрольних точках житлової забудови не перевищують 1 ГДК, максимальне значення дорівнює 0,8475 ГДК (табл. 3). Замкнуті ізолінії при-

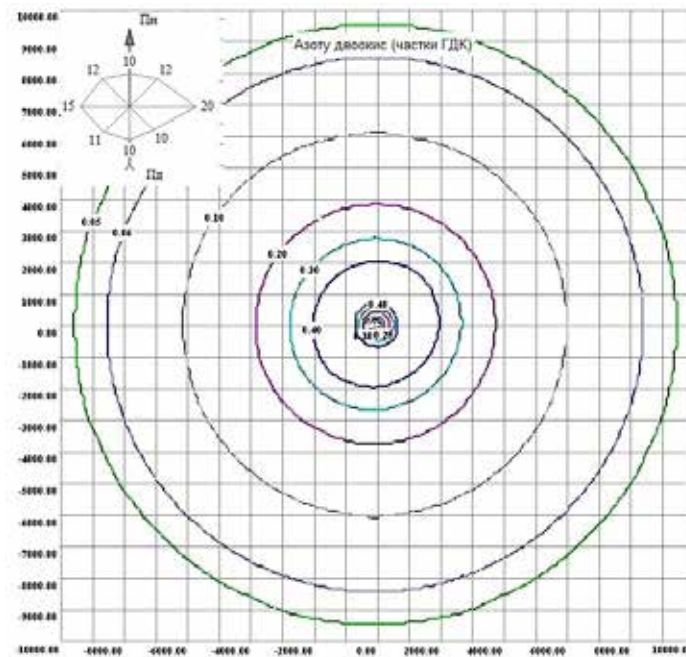


Рис. 1. Радіус зони впливу (0,05 ГДК) котельні

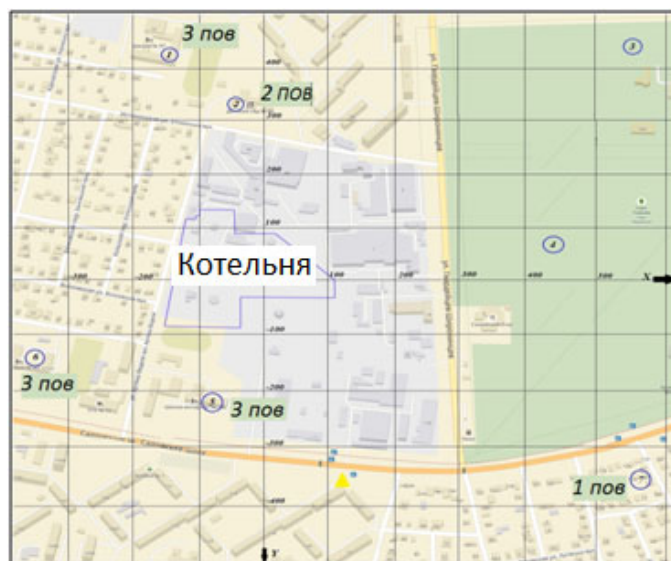


Рис. 2. Схема розташування контрольних точок навкруги котельні

Таблиця 1

Поверховість будов і координати контрольних точок

Порядковий номер точки	Назва об'єкта	Координати	
		X	Y
1	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів № 97 (3 поверхи)	-140	420
2	Ясла-садок № 39 (2 поверхи)	-45	330
3	Точка 1 в парку культури і відпочинку «Перемога»	550	445
4	Точка 2 в парку культури і відпочинку «Перемога»	440	70
5	Харківська загальноосвітня школа-інтернат І-ІІІ ступенів № 14 (3 поверхи)	-90	-215
6	Харківська гімназія № 43 (3 поверхи)	-345	-150
7	Житловий будинок: Салтівське шосе буд. № 174 (1 поверх)	565	-355

Таблиця 2

Точки найбільших приземних концентрацій

Координати		Концентрації у точці, частки ГДК	
X	Y	CO	NO ₂
500	400	0,0078	0,6854
400	500	0,0078	0,6843
500	500	0,0077	0,6799
-500	-400	0,0077	0,6753
400	400	0,0077	0,6752

Таблиця 3

Розрахункові приземні концентрації в контрольних точках

Номер точки	Координати розрахункової точки, м		Концентрація, частки ГДК	
	X	Y	NO ₂	CO
1	-140	420	0,5580	0,0063
2	-45	330	0,4134	0,0047
3	550	445	0,8475	0,0096
4	440	70	0,6503	0,0074
5	-90	-215	0,2698	0,0031
6	-345	-150	0,4391	0,0050
7	565	-355	0,5999	0,0068

земних концентрацій NO₂ і CO відповідають максимальним значенням 0,64 ГДК (рис. 3) і 0,01 ГДК (рис. 4) відповідно.

За результатами розрахунків виходить, що якість атмосферного повітря у зоні розташування котельні відповідає санітарним нормам. Відсутність ізоляції в 1 ГДК не дає змоги визначити санітарно-захисну зону розрахунковим способом, тому для котельні СЗЗ устанавлюється по межі території підприємства.

На наступному етапі виконано розрахунки розсіювання викидів на різних висотах. Розрахункові висоти вибрані з урахуванням поверховості забудови на прилеглої до котельні території і висоти джерел викиду. Точки найбільших концентрацій на різних висотах представлено в табл. 4.

Із таблиці видно, що починаючи з висоти 15 м найбільші концентрації NO₂ перевищу-

ють рівень в 1 ГДК. Максимуми найбільших концентрацій відповідають висотам джерел викидів: 53 м і 150 м.

У контрольних точках № 2, № 4 (паркова зона) і № 5 (двоповерхова забудова) з висоти 15 м концентрації лише двоокису азоту перевищують значення 1 ГДК. У точці № 6 (триповерхова забудова) перевищення значення 1 ГДК починається з 30 м, у точці № 1 (триповерхова забудова) – із 40 м (табл. 5 та 6; у табл. 5 ці точки виділено жирним шрифтом).

Розрахунки показують, що починаючи з висоти 15 м на картах розсіювання двоокису азоту є присутньою ізоляція рівня 1 ГДК, і з'являється необхідність визначення розрахункової санітарно-захисної зони (рис. 5). При цьому розміри санітарно-захисної зони котельні виходять за межі території підприємства.

Коригування розрахункової СЗЗ з урахуванням рози вітрів збільшує розміри зони

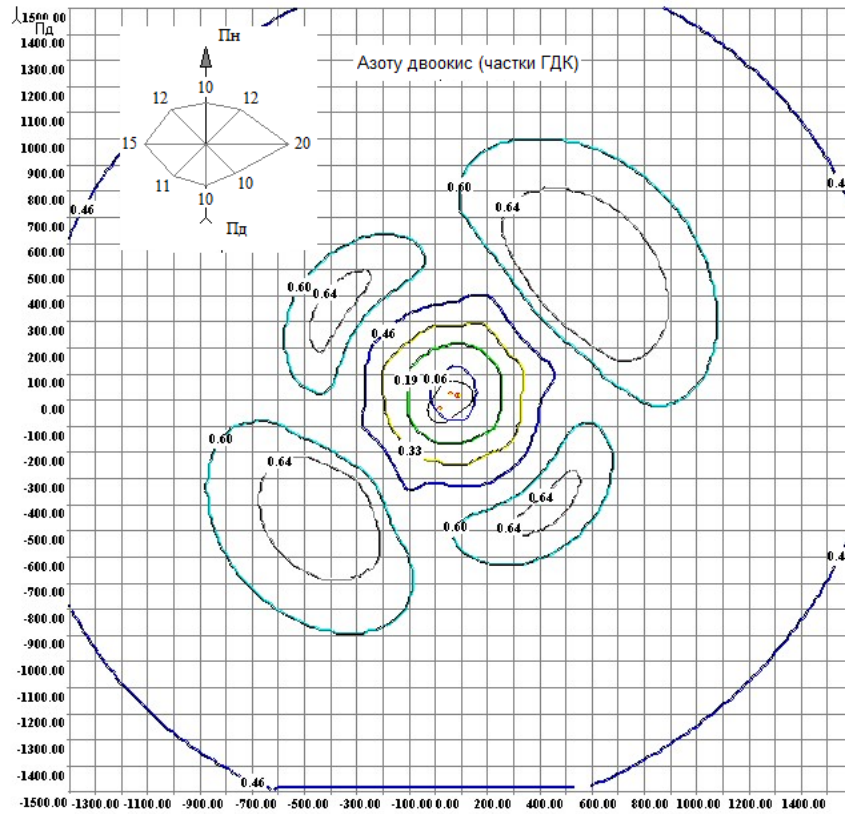


Рис. 3. Ізолінії приземної концентрації NO_2

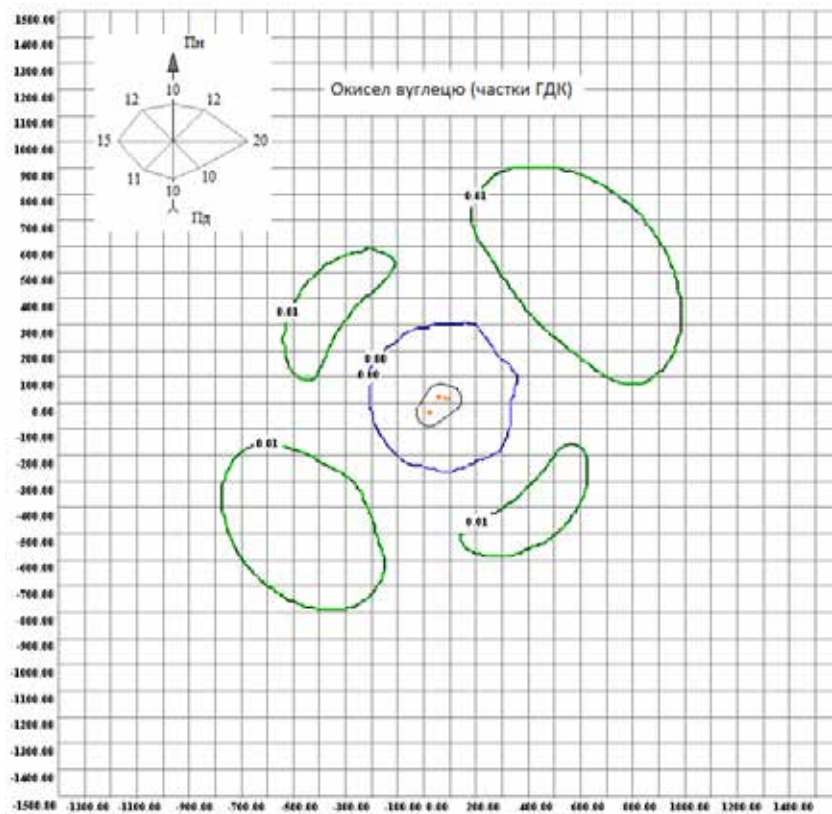


Рис. 4. Ізолінії приземної концентрації CO

Таблиця 4

Точки найбільших концентрацій забруднюючих речовин на різних висотах

X	y	Координати розрахункової точки, м									
		Z									
		0	6	9	15	30	36	40	50	75	150
Концентрація NO ₂ (CO), частки ГДК											
500	400	0,6854 (0,0078)									
300	-100		0,8702 (0,0099)								
300	0			0,9850 (0,0112)							
200	200				1,1815 (0,0134)						
200	0					1,6893 (0,0192)					
200	0						2,0128 (0,0229)				
200	0							2,3728 (0,0270)			
100	0								5,9868 (0,0681)		
100	0									4,8936 (0,0557)	
-100	0										7,6354 (0,0868)

Таблиця 5

Розрахункові концентрації азоту двоокису в контрольних точках

Номер точки	Координати розрахункової точки, м									
	X	y	Z							
			0	6	9	15	30	40	50	75
Концентрація NO ₂ , частки ГДК										
1	-140	420	0,5580	0,8231	0,8924	0,9889	0,2033	1,2989	1,3784	1,3590
2	-45	330	0,4134	0,8322	0,9503	1,1292	1,5052	1,7813	2,0250	2,1597
3	550	445	0,8475	0,8759	0,8862	0,9026	0,9312	0,9460	0,9591	0,9888
4	440	70	0,6503	0,8707	0,9315	1,0170	1,1488	1,0728	1,1234	1,3178
5	-90	-215	0,2698	0,6831	0,8088	1,0155	1,4919	1,8279	2,3272	2,5661
6	-345	-150	0,4391	0,7493	0,8334	0,9550	1,1603	1,1974	1,3042	1,6723
7	565	-355	0,5999	0,6109	0,6150	0,6215	0,6332	0,6395	0,6453	0,6593

Таблиця 6

Розрахункові концентрації окису вуглецю в контрольних точках

Номер точки	Координати розрахункової точки, м									
	X	y	Z							
			0	6	9	15	30	40	50	75
Концентрація CO, частки ГДК										
1	-140	420	0,0063	0,0094	0,0101	0,0112	0,0137	0,0148	0,0157	0,0155
2	-45	330	0,0047	0,0010	0,0108	0,0128	0,0171	0,0203	0,0230	0,0246
3	550	445	0,0096	0,0100	0,0101	0,0103	0,0106	0,0108	0,0109	0,0112
4	440	70	0,0074	0,0099	0,0106	0,0116	0,0131	0,0122	0,0128	0,0150
5	-90	-215	0,0031	0,0078	0,0092	0,0115	0,0170	0,0208	0,0265	0,0292
6	-345	-150	0,0050	0,0085	0,0095	0,0109	0,0132	0,0136	0,0148	0,0190
7	565	-355	0,0068	0,0069	0,0070	0,0071	0,0072	0,0073	0,0073	0,0075

в напрямі «схід – захід» на 150 м, тому що в районі розміщення котельної переважають вітри східного і західного напрямків (рис. 6).

Розрахунки показують, що санітарно-захисна зона котельні має різні розміри, які

залежать від висоти розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері. Контури СЗЗ на різних висотах представлено на рис. 7.

Розрахунки показують, що мінімальні розміри розрахункової СЗЗ характерні

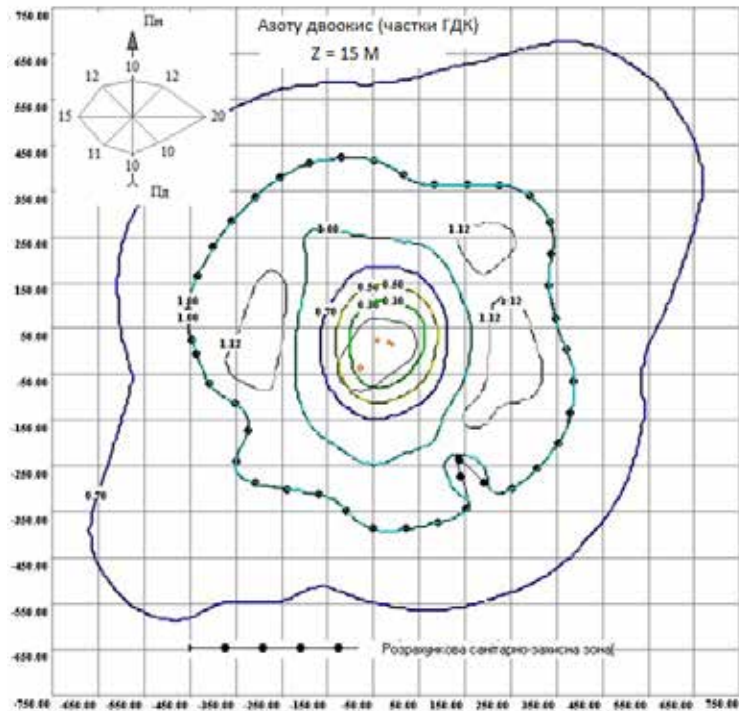


Рис. 5. Розрахункова санітарно-захисна зона

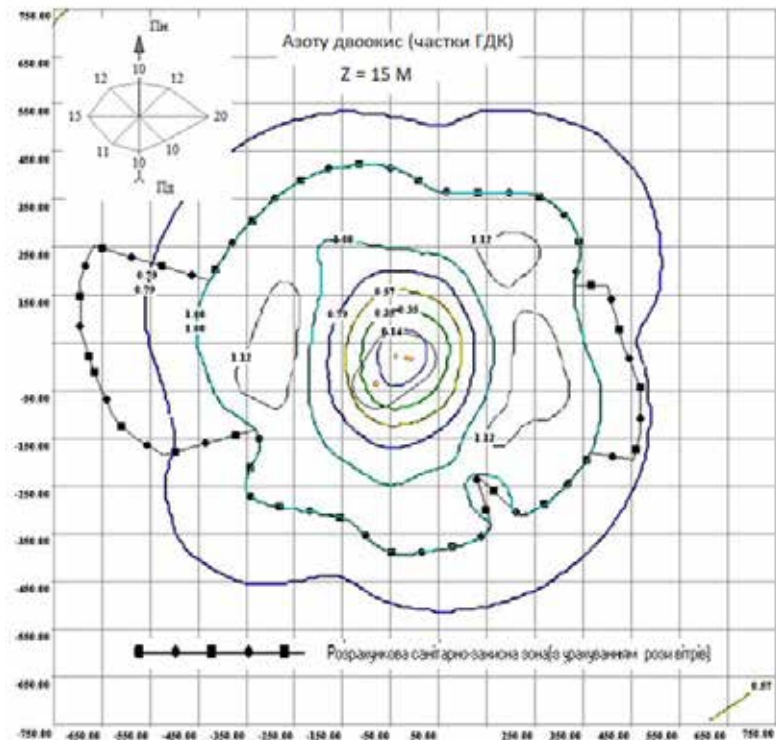


Рис. 6. Розрахункова скоригована санітарно-захисна зона

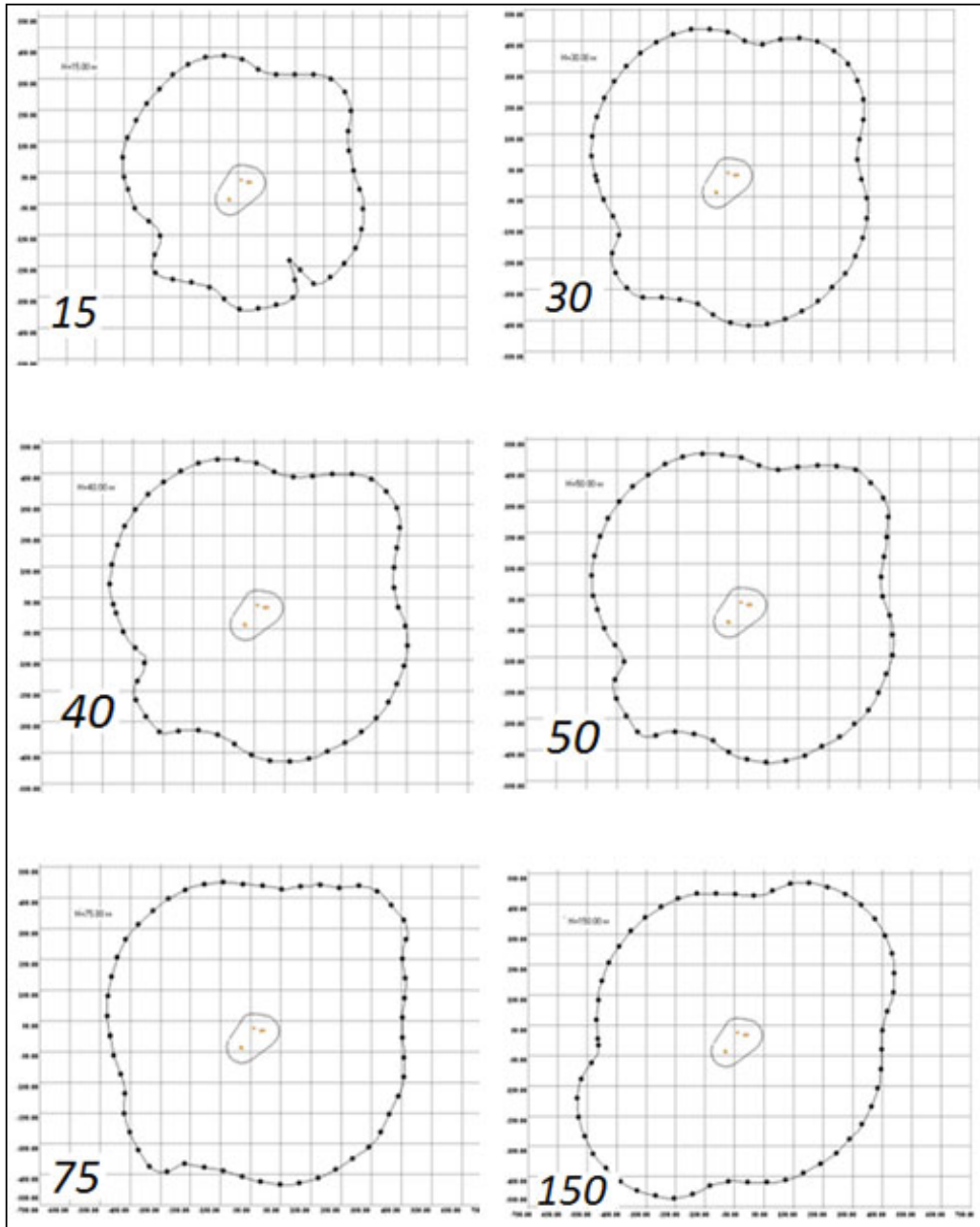


Рис. 7. Контури розрахункової санітарно-захисної зони на різних висотах розрахунку (15÷150 м)

для висоті 15 м, максимальні – на висоті 75 і 150 м. З урахуванням максимальної висоти житлових будинків у 16 поверхів для досліджуваної котельної слід прийняти СЗЗ за розрахунками на висоті в 48 м. Скорегована СЗЗ на висоті 48 м з урахуванням поправки на розу вітрів представлена на рис. 8. Роза вітрів збільшує СЗЗ у напрямку «схід – захід» на 400 м (300 м на захід і 100 м на схід).

Відповідно до сучасних вимог нормативних документів, відстань від підпри-

ємства до житлової зони населених місць визначається нормативною СЗЗ, межі якої мають бути підтвержені розрахунками приземних концентрацій забруднюючих речовин і натурними дослідженнями. Проте, як показали розрахунки, потрібне визначення розрахункової концентрації не лише в приземному шарі, а й по вертикалі з урахуванням висоти житлових будівель у зоні максимального забруднення атмосферного повітря. Розрахунки концентрацій по вертикалі особливо акту-

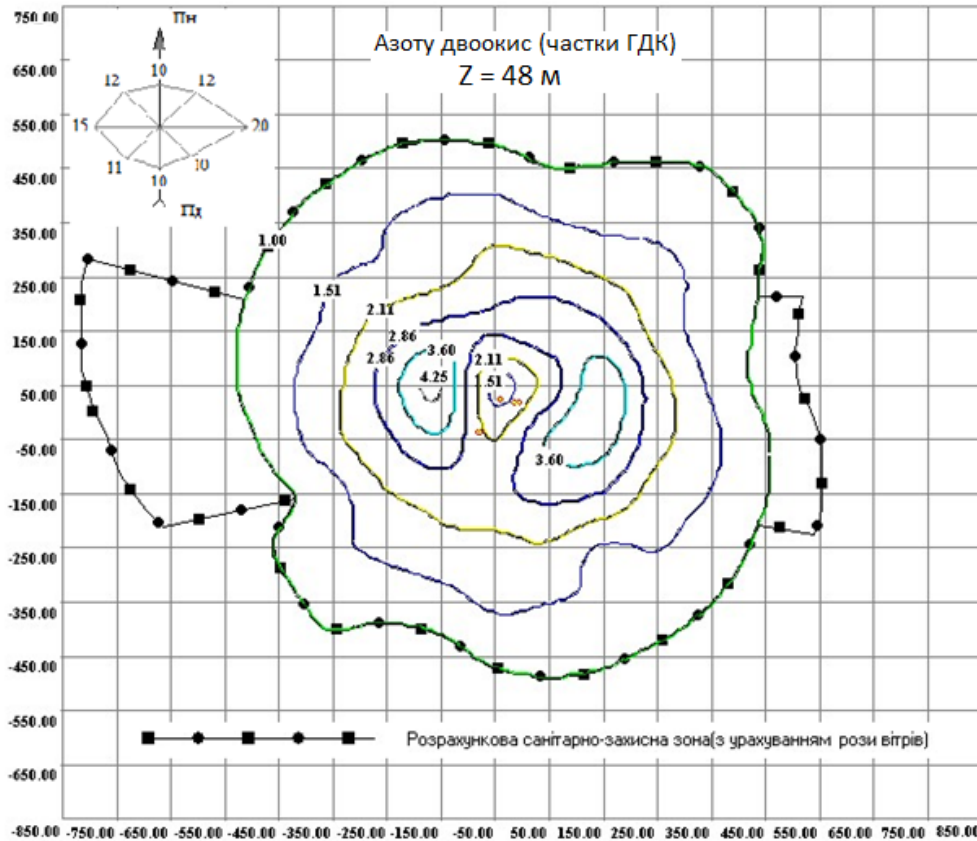


Рис. 8. Скоригована санітарно-захисна зона (розрахункова висота – 48 м)

альні для міських котельень, які розташовуються у житловій зоні з багатоповерховою жилою забудовою.

Висновки

Показано, що сучасний стан забруднення атмосферного повітря прилеглої території викидами найпотужнішої котельної м. Харків відповідає санітарним нормам.

Визначено розрахункові та скориговані з урахуванням рози вітрів санітарно-за-

хисні зони котельні для багатоповерхової забудови різної поверховості.

Показано необхідність під час установлення санітарно-захисної зони підприємства розрахункову і скоректовану санітарно-захисну зони визначати за результатами розрахунків розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі з обов'язковим урахуванням забруднення атмосферного повітря по висоті (поверховості) прилеглої житлової забудови.

Список використаної літератури

Бондаренко М. Г. Вибір методу та засобу моделювання для оцінки забруднення ґрунту атмосферними викидами теплової електростанції. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. 2009. № 17. С. 67–73.

Воробець Г. І., Скрипський М. І. Метод розсіювання Гауса і хмарні обчислення для 3D-аналізу стану атмосфери. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. № 6(12(66)). С. 18–21. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.19701>.

Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 01.10.2023 р. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (дата звернення: 10.03.2023).

Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Гігієнічні регламенти орієнтовно безпечних рівнів впливу хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» від 08.10.2021 р. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0157-20> (дата звернення: 10.03.2023).

Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)» від

07.08.2014 р. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97> (дата звернення: 10.03.2023).

Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» від 07.03.2019 р. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (дата звернення: 10.03.2023).

Сайт товариства з обмеженою відповідальністю «Софт фонд». [Електронний ресурс]. URL: <http://www.sfund.kiev.ua/ukr/products/ecology.htm#eol%202000h>. (дата звернення: 10.03.2023).

Татарченко Г. О. Теоретичні аспекти моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері. *Містобудування та територіальне планування*. 2022. № 79. С. 381–395. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.79.381-395>.

References (translated & transliterated)

Bondarenko, M. G. (2009). Vybir metodu ta zasobu modelyuvannya dlya otsinky zabrudnennya gruntu atmosfernymy vykydamy teplovoyi elektrostantsiyi [Choice of method and means of modeling for assessment of soil pollution by atmospheric emissions of a thermal power plant]. *Zbirnyk naukovykh prats' Instytutu heokhimiiji navkolysn'oho seredovyscha* [Collection of scientific works of the Institute of Environmental Geochemistry], 17, 67–73 [in Ukrainian].

Vorobets, H. I., & Skrypsky, M. I. (2013). Metod rozsiyuvannya Hausa i khmarni obchyslennya dlya 3D analizu stanu atmosfery [Gaussian scattering method and cloud computing for 3D analysis of the state of the atmosphere]. *Skhidno-yevropeys'kyu zhurnal peredovykh tekhnolohiy* [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies], 6(12(66)), 18–21. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.19701> [in Ukrainian].

Zakon Ukrayiny «Pro okhoronu atmosferного povitrya» vid 01.10.2023 roku [Law of Ukraine «On Protection of Atmospheric Air» from October 01 2023]. [Electronic resource] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (access date 10.03.2023) [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrayiny «Hihiyenichni rehlyamenty oriyentovno bezpechnykh rivniv vplyvu khimichnykh i biolohichnykh rehovyn v atmosferному povitri naselenykh mist'» vid 08.10.2021 roku [Order of the Ministry of Health of Ukraine «Hygienic regulations of approximately safe levels of exposure to chemical and biological substances in the atmospheric air of populated areas» from October 08 2021]. [Electronic resource] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0157-20> (access date 10.03.2023) [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrayiny «Derzhavni sanitarni pravyla okhorony atmosferного povitrya naselenykh mist' (vid zabrudnennya khimichnymy ta biolohichnymy rehovynamy)» vid 07.08.2014 roku [Order of the Ministry of Health of Ukraine «State sanitary rules for the protection of atmospheric air in populated areas (from pollution by chemical and biological substances)» from August 7 2014]. [Electronic resource] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97> (access date 10.03.2023) [in Ukrainian].

Nakaz Ministerstva okhorony zdorovya Ukrayiny «Pro zatverdzhennya Derzhavnykh sanitarnykh pravyl planuvannya ta zabudovy naselenykh punktiv» vid 07.03.2019 roku [Order of the Ministry of Health of Ukraine «On Approval of State Sanitary Rules for Planning and Development of Settlements» from March 07 2019]. [Electronic resource] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (access date 10.03.2023) [in Ukrainian].

Sayt tovarystva z obmezhenoyu vidpovidal'nistyuu «Soft fond» [Website of the limited liability company «Soft Fund»]. [Electronic resource] URL: <http://www.sfund.kiev.ua/ukr/products/ecology.htm#eol%202000h> (access date 10.03.2023) [in Ukrainian].

Tatarchenko, G. O. (2022). Teoretychni aspekty modelyuvannya rozsiyuvannya zabrudnyuyuchykh rehovyn v atmosfer [Theoretical aspects of modeling the dispersion of pollutants in the atmosphere]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya* [Town planning and territorial planning], 79, 381–395. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.79.381-395> [in Ukrainian].

Отримано: 02.05.2023
Прийнято: 17.05.2023