



**Ю. І. Панківський, О. Є. Ошуркевич-Панківська, М. Б. Осташок**

*Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна*

## ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Проведено оцінювання впливу Бурштинської ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго" на атмосферне повітря керуючись нормативною документацією з нормування впливу об'єктів господарювання на довкілля. На основі аналізу валових викидів забруднювальних речовин обґрунтовано ширину санітарно-захисної зони підприємства. За допомогою моделі розсіювання викидів ТЕС в атмосферному повітрі оцінено ефективність санітарно-захисної зони; виконано розрахунки максимальних приземних концентрацій поллютантів та відстаней, на яких вони спостерігаються; визначено зону потенційного забруднення атмосфери. За результатами досліджень встановлено, що запроєктована нормативна санітарно-захисна зона шириною 500 м не забезпечує розсіювання основних забруднювальних речовин, що викидаються підприємством; за несприятливих для розсіювання забруднювальних речовин метеорологічних умов масштаби і небезпечні рівні впливу низьких джерел поширюються в межах санітарно-захисної зони, а для головних високих джерел – за її межі на сільськогосподарські угіддя населених пунктів; місцеві метеоумови визначають напрями і масштаби поширення забруднення, внаслідок чого, у зону потенційного забруднення довкілля викидами Бурштинської ТЕС потрапила житлова забудова села Бовшів Галицького району Івано-Франківської області. Рекомендовано включити територію села в обласну програму комплексного обстеження Бурштинського промислового району, для організації постійних моніторингових спостережень за станом довкілля.

**Ключові слова:** санітарно-захисна зона; максимальна приземна концентрація; зона забруднення; модель розсіювання викидів в атмосфері.

**Вступ.** Потреба організації контролю забруднення атмосфери у зоні антропогенного впливу визначається попередніми експериментальними і теоретичними дослідженнями (RD 52.04.186-89). З одного боку, територію охоплюють рекогносцирувальними експедиційними дослідженнями, а з іншого, за допомогою математичних моделей розраховують поля концентрацій з урахуванням метеорологічних факторів, характерних для регіону, вивчаючи зони впливу промислових комплексів, а далі порівнюють модельні значення з вимірними. У разі виявлення ймовірності зростання концентрації домішки вище від встановлених норм, у цьому районі потрібно створити систему моніторингу (Boholiubov et al., 2013).

Особливо актуальним є виконання таких робіт у районах паливно-енергетичних комплексів, де забруднення атмосфери зумовлене інтенсивними газо-димовими викидами продуктів спалювання органічного палива, на які припадає 75 % всієї маси забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Так, тільки Бурштинська ТЕС ПАТ "ДТЕК Західенерго", що розташована поблизу м. Бурштин на землях с. Бовшів Галицького р-ну Івано-Франківської обл., щорічно викидає в атмосферне повітря понад 9749 тис. т забруднювальних речовин.

**Виклад основного матеріалу.** Для забезпечення

ефективного контролю за ступенем забруднення атмосфери промисловими об'єктами визначають категорію небезпечності підприємств на основі маси, виду та складу забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу (Apostoliuk, Dzhyhyrei, & Sokolovskyi, 2012). Згідно з методикою (Apostoliuk, Dzhyhyrei, & Sokolovskyi, 2012) розрахована категорія екологічної безпеки (КЕБ) Бурштинської ТЕС з урахуванням валових викидів забруднювальних речовин становить 3288445,72.

За отриманим значенням КЕБ згідно з (Apostoliuk, Dzhyhyrei, & Sokolovskyi, 2012) визначили, що Бурштинська ТЕС належить до підприємств другої категорії небезпеки з нормативною шириною санітарно-захисної зони (СЗЗ) 500 м. Згідно з (MOZ Ukraine, 2002), під поняттям "зона забруднення" розуміють територію навколо джерела забруднення атмосфери, в межах якої приземні концентрації забруднювальних речовин перевищують середньодобові гранично допустимі концентрації (ГДК<sub>с.д.</sub>) для населених пунктів. Тому для зменшення шкідливих впливів об'єктів господарської діяльності на здоров'я людини навколо них встановлюють СЗЗ, що відокремлюють їх від житлових масивів.

Для оцінювання ефективності нормативної СЗЗ розраховано приземні концентрації забруднювальних речовин, що викидаються підприємством, на її межі, тобто на відстані 500 м. Приземні концентрації забрудню-

### Інформація про авторів:

**Панківський Юрій Іванович**, канд. фіз.-мат. наук, доцент. Email: yuriypankivskiy@ukr.net

**Ошуркевич-Панківська Оксана Євгенівна**, канд. с.-г. наук, ст. викладач. Email: oxosh@ukr.net

**Осташок Михайло Богданович**, студент. Email: m.ostashuk@ukr.net

**Цитування за ДСТУ:** Панківський Ю. І., Ошуркевич-Панківська О. Є., Осташок М. Б. Оцінювання впливу Бурштинської ТЕС на атмосферне повітря. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(5). С. 59–62.

**Citation APA:** Pankivskiy, Yu. I., Oshurkevych-Pankivska, O. Ye., & Ostashuk, M. B. (2017). Assessment of Burshtyn TPP impact on ambient air. Scientific Bulletin of UNFU, 27(5), 59–62. <https://doi.org/10.15421/40270512>

вальних речовин з відстанню від джерела викиду розраховували за моделлю розсіювання забруднювальних речовин від джерел викидів, викладеною у нормативному документі (OND-86), у середовищі MS Excel.

Як бачимо з отриманих результатів розрахунків (табл. 1), більшість забруднювальних речовин, що викидаються з ТЕС, розсіюються у межах нормативної СЗЗ. Проте приземна концентрація свинцю перевищує ГДК в 1,33 раза, оксидів азоту – у 3,08, сірки діоксиду – в 1,86, фтористого водню – у 2,12, фторидів добре розчинних – в 1,32, фторидів погано розчинних – у 2,67, бензину – в 1,63, суспендованих твердих частинок – у 4,83 раза, що свідчить про недостатню ширину санітарно-захисної зони для розсіювання викидів цих речовин.

**Табл. 1. Приземні концентрації забруднювальних речовин на межі санітарно-захисної зони**

№ з/п	Назва забруднювальної речовини	Клас небезпеки	Концентрація на межі СЗЗ, мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>с.д.</sub> , мг/м <sup>3</sup>
1	Ванадій	1	0,0008	0,002
2	Залізо	3	0,016	0,04
3	Мідь	2	0,0012	0,003
4	Манган	2	0,0056	0,01
5	Нікель	2	0,0004	0,001
6	Ртуть	1	0,00012	0,0003
7	Свинець	1	<b>0,0004</b>	0,0003
8	Хром	1	0,00116	0,002
9	Цинк	3	0,02	0,05
10	Оксиди азоту	2	<b>0,12325</b>	0,04
11	Кремнію діоксид	0	0,0086	0,02
12	Арсен та його сполуки	2	0,0012	0,003
13	Сірки діоксид	3	<b>0,93</b>	0,5
14	Сірководень	2	0,0048	0,008
15	Оксид вуглецю	4	1,55	3,0
16	Фтористий водень	2	<b>0,0106</b>	0,005
17	Фториди добре розчинні неорганічні	2	<b>0,0132</b>	0,01
18	Фториди погано розчинні неорганічні	2	<b>0,08</b>	0,03
19	Бензол	2	0,615	0,1
20	Ксилол	3	0,096	0,2
21	Толуол	3	0,246	0,6
22	Етилбензол	3	0,0084	0,02
23	Фенол	2	0,0064	0,003
24	Бензин	4	<b>2,45</b>	1,5
25	Масло мінеральне нафтове	0	0,03	0,05
26	Сольвент нафта	0	0,14	0,2
27	Уайт-спірит	0	0,8	1,0
28	Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	4	0,43	1,0
29	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	4	<b>0,725</b>	0,15
30	Аерозоль лакофарбових матеріалів	-	0,065	0,1

Максимальні приземні концентрації згідно з (OND-86) розраховують за найгірших для розсіювання забруднювальних речовин в атмосфері метеорологічних умов, за яких швидкість вітру наближається до нуля. За цих умов зменшується інтенсивність перемішування викидних пило-газових сумішей з атмосферним повітрям і, як наслідок, максимальні приземні концентрації поллютантів спостерігатимуться на найближчій відстані від джерела викиду.

Результати розрахунків максимальних приземних концентрацій та відстаней, на яких вони спостерігаються (табл. 2), свідчать на те, що більша половина забруднювальних речовин (масло мінеральне нафтове, сірководень, вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, етилбензол, бензин, залізо, манган, кремнію діоксид, фториди легкорозчинні неорганічні, фториди важкорозчинні неорганічні,

фтористий водень, сольвент нафта, уайт-спірит, аерозоль лакофарбових матеріалів, ксилол, бензол, толуол, фенол) досягають максимальних приземних концентрацій у межах СЗЗ. Однак, концентрації таких речовин, як сірководень, сполуки заліза, фтористий водень та ксилол перевищують максимальні разові ГДК у 1,05; 8,5; 1,2 та у 1,8 раза відповідно. Ці речовини виділяються з вентиляційними викидами низьких джерел ( $H \approx 2$  м), висоти яких недостатньо для повного розсіювання. Концентрації решти забруднювальних речовин (оксид вуглецю, арсен, ванадій, мідь, нікель, ртуть, свинець, хром, цинк, суспендовані речовини, оксид азоту, сірки діоксид) досягають своїх максимальних значень за межами СЗЗ. З них максимальні приземні концентрації суспендованих речовин, оксиду азоту та діоксиду сірки перевищують середньодобові ГДК у 2,8; 3,5; 2,1 раза відповідно і простежуються на відстанях 1183,1-1577,5 м від джерела. З огляду на це, у зону забруднення теплоелектростанції не входить житлова зона, проте під загрозою забруднення опинились сільськогосподарські угіддя, які розміщені у південному, південно-західному, західному та північно-західному напрямках.

Умови розсіювання забруднювальних речовин в атмосфері визначаються метеорологічними параметрами, а саме напрямом і швидкістю вітру. Зауважимо, що результати розрахунку відстаней, на яких спостерігаються максимальні приземні концентрації, викладено вище (див. табл. 2), отримані за нульової швидкості вітру, тобто у штиль – тиху безвітряну погоду. Такі метеороумови протягом року спостерігаються рідко, а розподіл вітрів за напрямками для району досліджень (див. врізку на рис.) вказує на переважання західних і північно-західних вітрів.

З огляду на це, для речовин, максимальні приземні концентрації яких перевищують гранично допустимі (суспендовані речовини, оксид азоту, діоксид сірки), скориговано відстані, на яких вони спостерігаються з врахуванням середньорічної повторюваності вітрів (табл. 3). Як бачимо, відстані, на яких можуть спостерігатися максимальні приземні концентрації, зменшилися в 1,3-4,0 рази (у південному, південно-західному і південно-східному напрямках), а для інших збільшилися в 1,3-1,9 раза (у західному, північно-західному, східному і південно-східному напрямках).

Результати розрахунків вказують, що зона потенційного забруднення (див. рисунок) розширилася у західному, північно-західному, південно-східному і східному напрямках. Найбільшого розширення вона набула у південно-східному і східному напрямках – відстані, на яких можуть спостерігатися понаднормові концентрації суспендованих речовин, оксидів азоту і діоксиду сірки збільшилися майже у 2 рази. За таких умов у зону потенційного забруднення атмосфери викидами Бурштинської ТЕС потрапляє житлова забудова села Бовшів.

Для оцінювання потенційного ступеня забруднення атмосферного повітря на території с. Бовшів розраховуємо сумарний індекс забруднення атмосфери (*I<sub>за</sub>*) (Furdychko, Slavov, & Voitsytskiy, 2008):

$$I_{за} = \left(\frac{0,42}{0,15}\right)^{1,3} + \left(\frac{0,14}{0,04}\right)^{1,3} + \left(\frac{1,063}{0,05}\right)^1 = 30,17003.$$

Отримане значення сумарного індексу забруднення згідно з (Furdychko, Slavov, & Voitsytskiy, 2008) відповідає категорії забруднення атмосфери – "високозабруднена".

Табл. 2. Максимальні приземні концентрації шкідливих речовин та відстані, на яких вони спостерігаються

№ з/п	Назва забруднювальної речовини	$M, \text{г/с}$	$A$	$F$	$\Delta T$	$H, \text{м}$	$D, \text{м}$	$m$	$n$	$f$	$W_0, \text{м/с}$	$V_m$	$V_1, \text{м}^3/\text{с}$	$c_m$	ГДК <sub>3</sub> мг/м <sup>3</sup>	$X_m, \text{м}$
1	Оксид вуглецю	508,523	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,042	3,00	1577,5
2	Арсен	0,185	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,0000153	0,003	1577,5
3	Ванадій	0,0083	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,000000687	0,002	1577,5
4	Мідь	0,15	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,0000124	0,003	1577,5
5	Нікель	0,185	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,0000153	0,001	1577,5
6	Ртуть	0,0098	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,000000812	0,0003	1577,5
7	Свинець	0,171	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,0000142	0,0003	1577,5
8	Хром	0,2211	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,0000183	0,002	1577,5
9	Цинк	0,568	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,000047	0,05	1577,5
10	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	2547,5119	200	2	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,42	0,15	1183,1
11	Оксид азоту	1633,1411	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	0,14	0,04	1577,5
12	Сірки діоксид	12835,5	200	1	144	250	8	1,02	1,32	0,017	19,473	1,19	978,32	1,063	0,5	1577,5
13	Масло мінеральне нафтове	0,0472	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,1798	н/м	18,9
14	Сірководень	0,0032	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,0084	0,008	18,9
15	Вуглеводні граничні C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,232	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,8838	1	18,9
16	Етилбензол	0,0002	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,00076	0,02	18,9
17	Бензин	0,0538	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,205	5	18,9
18	Залізо	0,0890	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,3391	0,04	18,9
19	Манган	0,0060	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,0229	н/м	18,9
20	Кремнію діоксид аморфний	0,0017	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,0065	н/м	18,9
21	Фториди добре розчинні неорганічні	0,0040	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,0152	0,03	18,9
22	Фториди погано розчинні неорганічні	0,0040	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,0152	0,2	18,9
23	Фтористий водень	0,0010	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,0242	0,02	18,9
24	Сольвент нафта	0,03	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,1143	н/м	18,9
25	Уайт-спірит	0,3	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	1,1429	н/м	18,9
26	Аерозоль лакофарбових матеріалів	0,01	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,0381	н/м	18,9
27	Ксилол	0,093	200	1	-	2	0,6	-	1	-	5,5881	2,18	1,58	0,3543	0,2	18,9
28	Бензол	0,0195	200	1	146,1	20	0,8	1,19	1	0,073	6,1673	2,698	3,099	0,0015	1,5	264,4
29	Толуол	0,0701	200	1	146,1	20	0,8	1,19	1	0,073	6,1673	2,698	3,099	0,0054	0,6	264,4
30	Фенол	0,0054	200	1	146,1	20	0,8	1,19	1	0,073	6,1673	2,698	3,099	0,0004	0,01	264,4



Рис. Зона потенційного забруднення території викидами Бурштинської ТЕС. На врізці – роза вітрів для району досліджень

Табл. 3. Скориговані відстані, на яких спостерігаються максимальні приземні концентрації забруднювальних речовин

№ з/п	Назва забруднювальної речовини	$X_0, \text{м}$	$X, \text{м}$							
			Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх
1	Суспендовані речовини	1183,1	549	293	1495	1571	426	909	2215	2007
2	Оксид азоту	1577,5	732	391	1994	2095	568	1211	2953	2675
3	Діоксид сірки	1577,5	732	391	1994	2095	568	1211	2953	2675

**Висновок.** З огляду на зазначене вище, с. Бовшів Галицького р-ну Івано-Франківської обл., як територію схильну до забруднення викидами Бурштинської ТЕС, необхідно внести в обласну програму комплексного об-

стеження Бурштинського промислового району, з метою організації постійних моніторингових спостережень за станом довкілля.



## Перелік використаних джерел

- Apostoliuk, S. O., Dzhyhyrei, V. S., & Sokolovskyi, I. A. (2012). *Promyslova ekolohiia* (2<sup>nd</sup> ed.). Kyiv: Znannia, 403 p. [in Ukrainian].
- Boholiubov, V. M., Klymenko, M. O., Mokin, V. B. et al. (2013). *Monitorynh dovkillia: pidruchnyk*. Kherson: Hrin D.S., 530 p. [in Ukrainian].
- Furdychko, O. I., Slavov, V. P., & Voitsytskyi, A. P. (2008). *Normuvannia antropohennoho navantazhennia na navkolyshnie pryrodne sere dovysshche*. Kyiv: Osnova, 360 p. [in Ukrainian].
- MOZ Ukrainy (2002). *Derzhavni sanitarni pravyla planuvannia ta zabudovy naselenykh punktiv*. Zatverdzeno nakazom Ministerstva okhorony zdorovia vid 19 chervnia 1996 roku №379/1404. Kyiv: Ukrarkhbudinform. Retrieved from: <https://www.rada.gov.ua/>. [in Ukrainian].
- OND-86 (1987). *Metodika rascheta kontcentracii v atmosfernom vozduke vrednykh veshhestv, soderzhashhikhsia v vybrosakh predpriatii*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 68 p. [in Russian].
- RD 52.04.186-89 (1991). *Rukovodstvo po kontroliu zagriazneniia atmosfery*, Vved. 01.07.1991. Moscow: Goskomgidromet, 693 p. [in Russian].

**Ю. И. Панківський, О. Є. Ошуркевич-Панківська, М. Б. Остахук**

*Національний лесотехнічний університет України, г. Львів, Україна*

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БУРШТЫНСКОЙ ТЭС НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Руководствуясь нормативной документацией по нормированию влияния объектов хозяйствования на окружающую среду, произведена оценка влияния Бурштынской ТЭС ПАО "ДТЭК Западэнерго" на атмосферный воздух. На основе анализа валовых выбросов загрязняющих веществ обоснована ширина санитарно-защитной зоны предприятия. С помощью модели рассеивания выбросов ТЭС в атмосферном воздухе произведена оценка эффективности санитарно-защитной зоны; выполнены расчеты максимальных приземных концентраций загрязнителей и расстояний, на которых они наблюдаются; определена зона потенциального загрязнения атмосферы. По результатам исследований установлено, что запроектированная нормативная санитарно-защитная зона шириной 500 м не обеспечивает рассеивание основных загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием; при неблагоприятных для рассеивания загрязняющих веществ метеорологических условиях масштабы и опасные уровни воздействия низких источников распространяются в пределах санитарно-защитной зоны, а для главных высоких источников – за ее пределы на сельскохозяйственные угодья населенных пунктов; местные метеорологические условия определяют направления и масштабы распространения загрязнения, в результате чего, в зону потенциального загрязнения окружающей среды выбросами Бурштынской ТЭС попала жилая застройка села Бовшев Галицкого района Ивано-Франковской области. Рекомендуется включить территорию села в областную программу комплексного обследования Бурштынского промышленного района, с целью организации постоянных мониторинговых наблюдений за состоянием окружающей среды.

**Ключевые слова:** санитарно-защитная зона; максимальная приземная концентрация; зона загрязнения; модель рассеивания выбросов в атмосфере.

**Yu. I. Pankivskyi, O. Ye. Oshurkevych-Pankivska, M. B. Ostashuk**

*Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine*

## ASSESSMENT OF BURSHTYN TPP IMPACT ON AMBIENT AIR

The necessity of the control of atmospheric pollution in the zone of anthropogenic influence is determined by preliminary experimental as well as theoretical research which is followed by the calculation of the concentration fields with allowance for meteorological factors characteristic of the reserch region using mathematical models, the study of the zones of influence of industrial complexes. The implementation of such works is relevant in areas of fuel and energy complexes, like the lands of Bovshiv Village in the Galician region of the Ivano-Frankivsk district where Burshtyn Thermal Power Plant of PJSC "DTEK Zakhidenergo is located. On the basis of the anual pollutants gross emmissions the second category of danger with a standard width of the sanitary protective zone of 500 m has been stated for the thermal power plant. According to the calculations of ground concentrations of pollutants at the boundary of the regulatory sanitary protective zone with the employment of the dispersion model, it has been established that its planned standard zone width of 500 m does is not sufficient for the dispersion of the main pollutants emitted by the enterprise. The maximum surface concentrations of pollutants are calculated for the worst for their dispersion under atmospheric meteorological conditions, when the wind speed approaches zero. At such "unfavorable" weather conditions, the scale and dangerous levels of influence of low sources spread within the sanitary protection zone, but for the main high sources they spread outside its boundaries on agricultural lands of settlements. The distances on which the maximum ground concentrations of the emmitted substances exceed their maximum permissible values are adjusted for the average annual wind repeat with predominance of Western and North-West winds. The distances on which excess ground concentrations of Suspended Particulate Matter, Nitrogen Oxides and Sulfur Dioxide can be observed are almost doubled. Under such circumstans, the residential areas in the village of Bovshiv is caught into the zone of potential pollution, for which, a comprehensive index of atmospheric air pollution has been calculated and the category of air pollution of "highly polluted" has been established. Therefore, Bovshiv as an area prone to pollution of the Burshtyn TPP is necessary to be included into the regional program of the comprehensive survey of the Burshtyn Industrial District, with the aim of organizing of the permanent environment monitoring.

**Keywords:** sanitary-protective zone; maximum surface concentration; pollution zone; emission dispersion model.