

М. Є. Кондратюк
А. С. Нечипорук
І. В. Васильківський

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано стан легеневих захворювань в Україні. Запропоновано організаційно-економічний механізм зменшення забруднення атмосферного повітря.

Ключові слова: забруднення атмосфери, легеневі захворювання, організаційно-економічні заходи, зменшення забруднення атмосфери.

Abstract

The state of lung diseases in Ukraine is analyzed. The organizational and economic mechanism of reduction of air pollution is offered.

Keywords: air pollution, lung diseases, organizational and economic measures, reduction of air pollution.

Вступ

Найпоширенішими шкідливими газовими забруднювачами атмосфери є SO_2 , SO_3 , H_2S , NH_3 , CO , CO_2 , оксиди Нітрогену, бензапірен, сполуки Хлору, Флуору, вуглеводні. Серед промислових аерозолів – зустрічається вугільний пил, зола, сульфати та сульфідні металів (Феруму (Fe), Плюмбуму (Pb), Купруму (Cu), Цинку (Zn) тощо), кремнезему, хлоридів, сполуки Кальцію (Ca), Натрію (Na), Фосфору (P). У викидах містяться також пари основних кислот (HCl , H_2SO_4 , HNO_3), ртуті, феноли.

В міру збільшення абсолютних кількостей забруднюючих речовин в атмосфері можливості розсіювання викидів для більшості районів України практично вичерпані. Здатність атмосфери до самоочищення, яке відбувається за рахунок протікання фізико-хімічних процесів між компонентами забруднювачів і компонентами самої атмосфери обмежується, особливо зі збільшенням масштабів її забруднення. Оскільки виробнича діяльність викликає погіршення природного атмосферного середовища, суспільство зобов'язане взяти на себе турботу щодо відновлення його властивостей та охорони від подальшої деградації.

Захист атмосферного повітря є однією з найбільш актуальних проблем в сучасному технологічному суспільстві, оскільки науково-технічний прогрес і розширення виробництва пов'язане зі зростанням негативних антропогенних впливів на атмосферу [1].

Легеневі захворювання – наслідок забруднення атмосферного повітря

Організм людини сконструйований так, що ми постійно змушені дихати атмосферним повітрям, яке нас оточує. Чим більш забруднене повітря нас оточує, тим більше забруднюючих речовин потрапляє у наш організм через органи дихання. Однак, ми вперто не розуміємо, що основний ресурс необхідний для комфортного життя в біосфері планети Земля - атмосферне повітря, від якості якого залежить наше здоров'я і довголіття.

Досліджуючи структуру захворюваності населення України, звертає на себе увагу те, що найбільш поширеним захворюванням є захворювання органів дихання (хронічний бронхіт, професійний бронхіт, бронхіальна астма, пневмоконіоз, алергічний риніт та ін.) на котрі хворіють близько 11 млн. українців (рисунок 1) [2].

Хвороби органів дихання залишаються найбільш розповсюдженою патологією в структурі захворюваності населення України (таблиця 1), однак особливої уваги потрібно приділяти пневмоконіозу і хронічному бронхіту, як хворобам які найбільш точніше відображає цей вплив.



Рисунок 1 – Структура первинної захворюваності серед усього населення України у 2017 році (%)

Хронічний бронхіт – це дифузне прогресуюче запалення слизової оболонки бронхів і глибших шарів бронхіальної стінки, пов'язане з тривалим подразненням їх різними шкідливими факторами, серед яких основними є вдихання пилу, аерозольних частинок а також подразнюючих парів і газів. Захворюваність на хронічний бронхіт по різних областях України наведено в таблиці 2 [2].

Таблиця 1 - Поширеність хвороб органів дихання.

№ п/п	Адміністративні території	абсолютні числа			на 100 тис. дорослого насе-ня (18-100 р.)		
		2015	2016	2017	2015	2016	2017
1.	АР Крим	-	-	-	-	-	-
2.	Вінницька	374692	366333	347997	28595,8	28117,9	26 923,3
3.	Волинська	192776	201826	192609	24024,1	25183,1	24 108,4
4.	Дніпропетровська	797863	830766	806919	29486,4	30999,2	30 428,7
5.	Донецька	246507	270099	250720	14910,2	16337,2	15 298,0
6.	Житомирська	161170	183100	162736	15897,9	18195,2	16 282,6
7.	Закарпатська	218836	232228	219699	22635	24061,9	22 791,9
8.	Запорізька	250825	279449	252051	17027,1	19142,4	17 448,9
9.	Івано-Франківська	301396	308059	296805	27406,8	28011,6	27 022,1
10.	Київська	373592	389706	391340	26557,6	27756,6	27 949,9
11.	Кіровоградська	160057	172627	157616	19917,5	21672,6	19 982,1
12.	Луганська	66949	73724	64448	11012,3	12237,5	10 815,7
13.	Львівська	621082	649736	606357	30501,1	31972,5	29 858,5
14.	Миколаївська	189021	202374	193309	19792,3	21324,5	20 543,7
15.	Одеська	432665	420321	410256	22362,7	21843,1	21 411,0
16.	Полтавська	234121	255847	229331	19411,4	21387	19 363,0
17.	Рівненська	196596	202908	192937	22247,2	22960,5	21 840,5
18.	Сумська	161576	172545	161840	17079,1	18419,5	17 421,0
19.	Тернопільська	225202	233604	232555	26075,6	27135	27 152,9
20.	Харківська	503176	526778	488386	21946,8	23132,6	21 616,7
21.	Херсонська	159982	164641	156203	18403,4	19065,7	18 239,9
22.	Хмельницька	189373	194888	181234	17878,9	18515,5	17 367,4
23.	Черкаська	207796	221721	194222	19927,4	21416,2	18 958,1
24.	Чернівецька	164757	163679	157394	22832,5	22685,5	21 841,7
25.	Чернігівська	251640	267204	257503	28546,5	30654,2	29 930,0
26.	м.Київ	864136	890964	868524	36741,6	37849,3	36 815,5
27.	м.Севастополь	-	-	-	-	-	-
	УКРАЇНА	7545786	7875127	7472991	21470,5	22515,2	21 474,5

Таблиця 2 – Захворюваність хронічним бронхітом

№ п/п	Адміністративні території	абсолютні числа			на 100 тис. дорослого населення (18-100 р.)		
		2015	2016	2017	2015	2016	2017
1.	АР Крим	-	-	-	-	-	-
2.	Вінницька	48317	45140	42901	3687,5	3464,7	3 319,1
3.	Волинська	11993	11741	11222	1494,6	1465	1 404,6
4.	Дніпропетровська	103196	101723	103541	3813,8	3795,7	3 904,5
5.	Донецька	33636	32829	31521	2034,5	1985,7	1 923,3
6.	Житомирська	19130	18818	18418	1887	1870	1 842,8
7.	Закарпатська	24345	23185	22366	2518,1	2402,3	2 320,3
8.	Запорізька	14596	14242	13992	990,8	975,6	968,6
9.	Івано-Франківська	27900	27833	27016	2537	2530,8	2 459,6
10.	Київська	49553	48789	48137	3522,6	3475	3 438,0
11.	Кіровоградська	22350	21864	20884	2781,2	2744,9	2 647,6
12.	Луганська	8243	7840	7576	1355,9	1301,4	1 271,4
13.	Львівська	39345	40519	38523	1932,2	1993,9	1 897,0
14.	Миколаївська	27624	27391	27347	2892,5	2886,2	2 906,3
15.	Одеська	66865	64909	62296	3456	3373,2	3 251,2
16.	Полтавська	31226	29927	30343	2589	2501,7	2 561,9
17.	Рівненська	20153	19688	19076	2280,6	2227,8	2 159,4
18.	Сумська	16606	16681	16668	1755,3	1780,7	1 794,2
19.	Тернопільська	23140	22641	22433	2679,3	2629,9	2 619,3
20.	Харківська	74512	73746	69206	3250	3238,4	3 063,2
21.	Херсонська	58634	57557	53228	6744,9	6665,2	6 215,5
22.	Хмельницька	35369	34377	32546	3339,2	3266	3 118,8
23.	Черкаська	26515	24840	24134	2542,8	2399,3	2 355,7
24.	Чернівецька	11848	12001	11956	1641,9	1663,3	1 659,1
25.	Чернігівська	30670	29927	29810	3479,3	3433,3	3 464,9
26.	м.Київ	108622	106430	103762	4618,4	4521,3	4 398,3
27.	м.Севастополь	-	-	-	-	-	-
	УКРАЇНА	934388	914638	888902	2658,7	2615	2 554,4

Що ж стосується дитячого населення (віком 0 – 17 років), то захворюваність органів дихання викликаних забрудненням атмосфери, також посідає перше місце серед усіх хвороб, і є навіть вищою ніж у дорослого населення, що пов'язано із слабшим імунітетом у дітей і меншою протидією до забруднювачів (таблиця 3).

Таблиця 3 – Захворюваність органів дихання спричинених забрудненням атмосфери серед дітей віком від 0 до 17 років

№ п/п	Адміністративні території	Абсолютні числа			На 100 тис. дітей (0–17 р.)		
		2015	2016	2017	2015	2016	2017
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	87309	86379	77329	6 509,85	6 459,93	5 802,16
3	Волинська	46417	42536	41011	5 817,84	5 324,49	5 124,24
4	Дніпропетровська	166674	164481	159816	5 946,15	5 893,16	5 755,28
5	Донецька	126056	136907	136544	3 315,57	3 621,20	3 636,39
6	Житомирська	37792	34128	3154	3 640,05	3 300,00	3 059,11
7	Закарпатська	46545	41986	43612	4 890,47	4 393,95	4 543,94
8	Запорізька	56969	54423	53397	3 745,56	3 588,13	3 536,31
9	Івано-Франківська	69672	62934	61904	6 424,18	5 783,13	5 672,32
10	Київська	75691	75717	70818	5 352,05	5 367,70	5 030,12
11	Кіровоградська	29966	31042	29539	3 580,15	3 730,14	3 569,05
12	Луганська	59741	58918	63599	3 025,62	3 002,48	3 264,66
13	Львівська	165506	149712	146372	8 152,14	7 360,81	7 188,01
14	Миколаївська	36171	32688	33497	3 696,81	3 349,97	3 445,08
15	Одеська	87454	85131	85645	4 500,24	4 377,93	4 408,85
16	Полтавська	50564	51312	47074	4 037,31	4 118,48	3 800,89
17	Рівненська	40257	37451	35945	4 586,50	4 263,30	4 085,04
18	Сумська	31912	30618	30907	3 222,23	3 113,45	3 164,46

19	Тернопільська	49552	44899	40840	5 689,71	5 157,93	4 696,15
20	Харківська	103033	100983	96423	4 399,07	4 325,49	4 149,29
21	Херсонська	28282	25838	25749	3 169,43	2 903,52	2 901,42
22	Хмельницька	37852	31961	31192	3 491,33	2 956,56	2 892,66
23	Черкаська	64792	59073	51637	6 020,27	5 507,24	4 837,46
24	Чернівецька	44586	37819	36535	6 267,46	5 298,83	5 104,66
25	Чернігівська	54665	51946	46196	5 857,15	5 614,08	5 036,28
26	м. Київ	180768	174364	173165	7 896,12	7 566,70	7 494,24
27	м.Севастополь	-	-	-	-	-	-
Україна		97561	1831573	1754276	1700368	4 781,52	4 507,65

Зниження захворюваності органів дихання хоч і відбувається, що в першу чергу пов'язано зі зменшення кількості викидів, але дія впливу шкідливих речовин, в тому числі аерозолів і пилу не стає меншою, а продовжує завдавати великої шкоди, як здоров'ю населення, так і навколишньому середовищу.

Отже, порівнявши дані захворюваності органів дихання (пневмоконіоз, хронічний бронхіт) з даними викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря (формальдегіду, діоксиду азоту, фенолу, бензапірену, фтористого водню, оксиду вуглецю, завислих речовин і ін.) за той же період в різних областях України, можна з впевненістю констатувати, що вони пов'язані між собою. При цьому, незначне зниження захворюваності органів дихання в значній мірі викликане зменшення кількості викидів в атмосферне повітря, і в першу чергу аерозольних і пилових частинок, які є основними збудниками даних хвороб, за рахунок скорочення об'ємів виробництва машинобудівної і металургійної промисловості. Також, порівнюючи ці дані, можна сказати, що у промислово розвинутих регіонах, захворюваність органів дихальної системи є вищою ніж середня по Україні, що пов'язано із більшою величиною пилових, аерозольних, газових і інших викидів.

Ефективність моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря

Беззаперечним, природним ресурсом №1 для людини в біосфері, є атмосферне повітря. Але атмосферне повітря є також необхідним виробничим ресурсом для транспорту, теплоенергетики, промисловості та інших видів діяльності людини.

В регіонах України діє Програма державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, яка є довгоочікуваним кроком у реалізації державної політики в галузі охорони атмосферного повітря.

Державний моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення.

На основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря, визначається рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний проміжок часу, відповідність стану атмосферного повітря вимогам якості повітря; здійснюється контроль та оцінка впливу на якість повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення.

Атмосферне повітря надзвичайно динамічний об'єкт і рівень його забруднення змінюється доволі швидко, пропорційно швидкості руху повітряних мас. Тому, для якісного екологічного моніторингу атмосферного повітря потрібні системи здатні проводити вимірювання і відображати отримані результати в режимі реального часу. Результати вимірювання концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі, отримані із інтервалом часу - година і більше, є застарілими і неактуальними. Висвітлювати застарілі дані забруднення, без вказування часу вимірювання, означає - поширювати завідомо недостовірну інформацію серед населення. Як показують численні дослідження атмосферного повітря, біля транспортних магістралей із великим потоком автотранспорту, концентрація забруднюючих речовин постійно змінюється пропорційно виду і кількості автотранспорту, швидкості руху і метеумов.

Системи моніторингу атмосферного повітря відносяться до найважливіших систем життєзабезпечення і призначенні для виявлення факту перевищення забруднення, та інформування населення про небезпечний рівень забруднення.

Табло на будівлі Вінницької міської ради, у вигляді рухомого рядка, транслює інформацію про стан забруднення повітря та радіаційний фон у Вінниці (рисунок 2). Так, у повідомленні йдеться, що Вінниця за рівнем забрудненості – на 37-му місці і вважається одним із найчистіших міст в Україні [3].



Рисунок 2 - Табло на будівлі Вінницької міської ради

Однак, із інформації на табло, незрозуміло, в яких районах міста проводяться дослідження забруднення, як часто відбувається вимірювання концентрації забруднювачів атмосферного повітря, і як виміряні дані обробляються.

А якщо, населення навіть дізнається, що атмосферне повітря забруднене, то що воно може реально зробити? Нічого. Оскільки, реальних важелів впливу і механізму зменшення викидів із багаточисельних джерел викидів не існує.

Нажаль, жодна система екологічного моніторингу атмосферного повітря, не дає можливості впливати на рівень забруднення, а тим більше, зменшувати викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря і покращувати екологічну ситуацію.

Для зменшення рівня забруднення атмосферного повітря, потрібен організаційно-економічний механізм впливу на власників джерел викидів, який можна реалізувати шляхом застосування, об'єктивного і єдиного для всіх, прозорого методу обліку викидів.

У своєму побуті ми вже звикли платити за споживання природних ресурсів та комунальні послуги: воду і водовідведення, електроенергію, природний газ і вивіз відходів.

Отже, потрібно створити умови, для об'єктивного обліку і справляння плати за забруднення атмосферного повітря, відповідно розміру нанесеної шкоди.

З цією метою пропонується закріпити в Законі України «Про охорону атмосферного повітря» норму, про обов'язкове використання лічильників для обліку викидів стаціонарних і пересувних джерел викидів, і подальшу оплату забруднення атмосферного повітря здійснювати за відповідними показами метрологічно атестованих лічильників.

Облік викидів двигунів внутрішнього згоряння автомобілів

Автомобіль – одне з головних джерел забруднення природного середовища в Україні. При цьому особливо актуальна та обставина, що автомобіль перебуває в безпосередній близькості до людей, а це посилює його негативний вплив на людину, флору і фауну.

Близько 50% атмосферного забруднення у містах України припадає на автомобільні викиди. Існуюча система оплати за викиди автотранспортних засобів не створює економічних передумов для їх зменшення і, як наслідок, покращення якісних показників атмосферного повітря і навколишнього середовища в цілому. Тому, для зменшення негативного екологічного впливу автотранспорту, найоптимальнішим є запровадження плати за об'єм газового викиду ДВЗ. Об'єм викидів обліковується розробленим лічильником газових викидів ДВЗ.

Відпрацьовані гази (ВГ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) являють собою гетерогенну дисперсну систему, до складу якої входить суміш газів, пари, краплин рідин і дисперсних твердих часток. Всього ВГ містять близько 280 компонентів, серед яких можна виділити ті, що містяться в повітряному середовищі: азот N_2 і кисень O_2 , продукти повного згоряння палива (двоокис вуглецю CO_2 і водяну пару H_2O), речовини, що утворюються в результаті термічного синтезу ВГ із повітрям при високих температурах (оксиди азоту N_xO_y , продукти неповного згоряння палива (монооксид вуглецю CO , вуглеводні C_xH_y , дисперсні тверді частинки, основним компонентом яких є сажа), а

також оксиди сірки, альдегіди, продукти конденсації і полімеризації. Крім продуктів згорання палива у ВГ присутні продукти згорання мастила і речовини, що утворюються із присадок до палива і оливи. У незначних кількостях (1-2%) ВГ містять водень H_2 і інертні гази - Ar та ін.

Викиди автотранспорту є основною причиною утворення фотохімічного смогу. Фотохімічний смог викликає подразнення очей, слизових оболонок носа і горла, симптоми задухи, загострення легеневих і різних хронічних захворювань. Дрібнодисперсні частинки діаметром 10 мкм (PM10) і 2,5 мкм (PM2.5) є одними із найнебезпечніших видів забруднення атмосферного повітря, що потребує систематичного контролю. Такі частинки тривалий час знаходяться в повітрі, переносяться на великі відстані і легко долають захисні бар'єри людського організму, проникаючи глибоко в легені. Порівняння діючих нормативних вимог вмісту PM10 і PM2.5, а також вмісту завислих речовин (TSP) представлено в таблиці 4.

Таблиця 4 – ГДК TSP, PM10, PM2.5 в Україні, США, ЄС і за рекомендаціями ВООЗ

Речовина	Усереднення	Україна, мг/м ³	ВООЗ, мг/м ³	США, мг/м ³	ЄС, мг/м ³
Завислі речовини (TSP)	20 хв.	0,50	–	–	–
	24 год.	0,15	–	0,26	–
	1 рік	–	–	0,075	–
Завислі речовини PM10	20 хв.	–	–	–	–
	24 год.	–	0,050	0,150	0,050
	1 рік	–	0,020	–	0,040
Завислі речовини PM2.5	20 хв.	–	–	–	–
	24 год.	–	0,025	0,035 (98% за 3 роки)	–
	1 рік	–	0,010	0,015 (середня за 3 роки)	0,025

Для здійснення контролю об'єму викидів ДВЗ пропонується використовувати схему лічильника із давачем Холла, що подає інформацію про кількість робочих тактів двигуна (рисунок 3). Давач Холла через відповідний вхідний пристрій з'єднаний із блоком управління до складу якого входять: ПІС-контролер, енергонезалежна flash-пам'ять, опорний кварцовий генератор.

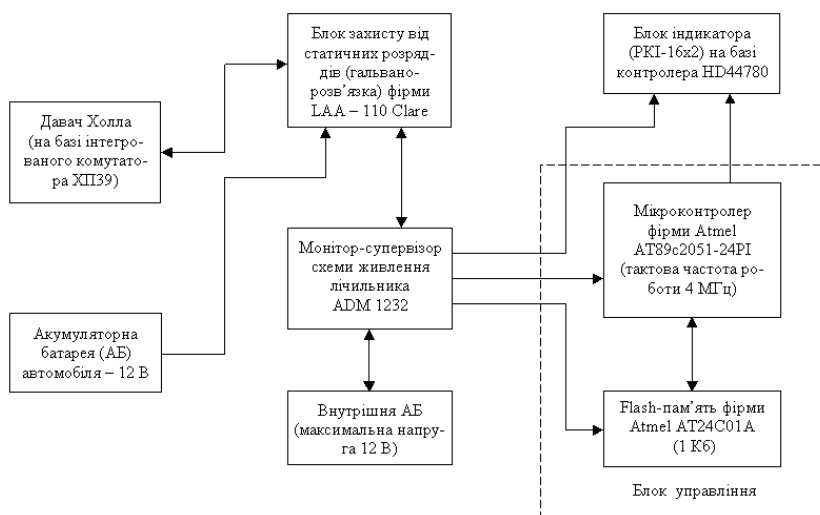


Рисунок 3 – Структурна схема лічильника об'єму газових викидів для двигунів внутрішнього згорання

Блок управління здійснює обробку, підрахунок, зберігання та вивід на індикатор результатів вимірів. Принцип роботи ПІС-контролера в даному блоці полягає в наступному:

- підрахунок імпульсної послідовності, створеної давачем Холла;
- періодичний запис підрахованих даних в енергонезалежну flash-пам'ять для їх довготривалого зберігання;
- постійний вивід результатів суми на індикатор;

- у разі аварійної ситуації РІС-контролер дає можливість зчитування необхідної інформації з енергонезалежної flash-пам'яті.

РІС-контролер працює з тактовою частотою, що задається опорним кварцовим високостабільним генератором, якої достатньо для точної обробки вхідних імпульсів та одночасного відпрацювання запису та зберігання результатів підрахунку імпульсів. Енергонезалежна flash-пам'ять забезпечує надійне зберігання та вивід записаної інформації у випадку аварійного перезапуску РІС-контролера. В автомобілі встановлюється індикатор, який показує кількість умовних робочих тактів ДВЗ і величину викиду.

Висновок

Європейський Союз на рівні Співтовариства та держав-членів у своєму національному законодавстві щодо охорони довкілля застосовують принцип «забруднювач платить», згідно з яким фізичні та юридичні особи, відповідальні за забруднення, повинні надати кошти на заходи, необхідні для уникнення чи зменшення забруднення.

Суть принципу “ЗАБРУДНЮВАЧ ПЛАТИТЬ” полягає в тому, що особа, яка забруднює повітря, воду, ґрунти та ін., повинна бути відповідальною за видалення цього забруднення.

Законом України від 28.12.2014 р. № 71-VIII «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо податкової реформи», який набрав чинності з 01.01.2015 р., припинено оподаткування екологічним податком викиди забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами забруднення. Зокрема, з розділу VIII «Екологічний податок» Податкового кодексу виключено відповідні норми щодо визначення платників, податкових агентів, об'єкта та бази оподаткування, ставок, порядків обчислення, подання податкової звітності та сплати податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення.

Однак, **припинення екологічного оподаткування не відміняє забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами викидів ДВЗ.** Навпаки, забруднення повітря щороку збільшується за рахунок зростання автопарку.

Отже, для збереження якісних показників атмосферного повітря, яке є найважливішим природним ресурсом біосфери, виникає необхідність пошуку шляхів зменшення викидів ДВЗ пересувних джерел забруднення.

Використання лічильника викидів ДВЗ дозволить диференціювати автовласників в залежності від величини фактичного забруднення атмосфери викидами ДВЗ і створити економічні стимули для покращення екологічних показників автотранспорту. У разі запровадження плати за забруднення атмосферного повітря викидами ДВЗ по лічильнику, кошти отримані від автовласників можуть акумулюватись у бюджетах місцевих територіальних громад і витратитись на закупівлю і встановлення каталізаторів на маршрутних видах автотранспорту.

Запропонований організаційно-економічний механізм дозволить досягнути комплексного соціально-екологічного ефекту за рахунок поліпшення якісних показників атмосферного повітря і зменшення кількості легеневих захворювань населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 1. Захист атмосфери: підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. – Херсон: Олді-плюс, 2019. – 432 с.
2. Порівняльні дані про хвороби органів дихання і медичну допомогу хворим на хвороби пульмонологічного та алергологічного профілю в Україні за 2011 – 2018 рр.
3. <http://vinnitsaok.com.ua/archives/212455>

Кондратюк Марина Євгенівна - магістр інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kondratiukmarina99@gmail.com

Нечипорук Анастасія Сергіївна - магістр інституту екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: nastanosancuk28@gmail.com

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com.

Kondratyuk Maryna Yevheniivna - master Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kondratiukmarina99@gmail.com

Nechiporuk Anastasia Sergeevna - master Institute of ecological safety and monitoring of environment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nastanosancuk28@gmail.com

Vasylovsky Igor Volodymyrovych – the candidate of technical sciences, profesor asistent of the Department of Ecology and Environmental Safety, Institute for Environmental Security and Environmental Monitoring Vinnytsia National Technical University, e-mail: igor.vntu@gmail.com.