

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

А. Д. Нешева¹, аспірант,

¹ *Сумський державний університет,
Вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, м. Суми, Україна;*

У рамках даної статті було визначено, що найбільш нагальною екологічною проблемою України на даний момент є забруднення повітря парниковими газами, 75% яких складають викиди вуглекислого газу (CO₂). Було створено економіко-математичну модель за допомогою застосування STATA, яка б дозволила визначити фактори, які найбільш сильно впливають на забруднення атмосферного повітря CO₂ в Україні та спрогнозувати його зміну у випадку зменшення/збільшення пояснюючих змінних. Завдяки проведеному регресійному аналізу було визначено, що найбільш важливим фактором впливу на рівень забруднення атмосфери CO₂ є обсяг енергоспоживання. На другому місці – площа лісів. На третьому – обсяг промислового виробництва. На четвертому – пасажироперевезення (забруднення спричинені транспортними засобами) та на п'ятому – кількість населення (забруднення спричинені щоденною діяльністю людини та ін).

Ключові слова: сталий розвиток, екологізація, транспортна інфраструктура, вуглекислий газ, регресійний аналіз.

DOI: 10.21272/1817-9215.2018.1-03

ВСТУП

У вересні 2015 року в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН зі сталого розвитку на якому Підсумковим документом Саміту «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» було затверджено 17 Цілей Сталого Розвитку та 169 завдань. Україна, як і інші країни-члени ООН, приєдналася до глобального процесу забезпечення сталого розвитку. [1] Таким чином, питання сталого розвитку в Україні набуло ще більшої актуальності та є на порядку денному кожного органу державної влади.

У рамках концепції сталого розвитку, сучасний стан суспільства, з його постійно зростаючим антропогенним впливом на навколишнє середовище, вимагає від споживачів, виробників та держави реалізації змін, що сприятимуть зменшенню негативного впливу людства на довкілля, при цьому залишаючи незмінним, або ж підвищуючи рівень задоволення потреб суспільства. Мається на увазі, що якщо раніше в основу будь-яких дій людини ставилися економічні пріоритети, то сьогодні на перший план мають виходити ще й екологічні та соціальні цілі.

Одним із підходів, що можуть бути використані в Україні для досягнення цілей сталого розвитку є екологізація. Інакше кажучи, на нинішньому етапі, кожне рішення щодо освоєння нових або модернізації старих виробництв, впровадження нових технологій, тощо, необхідно оцінювати з позиції зменшення негативного впливу на довкілля.

За цих обставин особливо актуальним є, використовуючи методи економіко-математичного моделювання, визначення найбільш критичних та деструктивних сфер діяльності економіки країни, покращення та екологізація яких сприятиме

забезпеченню сталого розвитку України, а саме досягненню визначених на Саміті ООН зі сталого розвитку Цілей Сталого Розвитку.

ПОСТАНОВЛЕННЯ ЗАВДАННЯ

Метою даної статті є визначення найбільш нагальних екологічних проблем України та найбільш забруднюючих та деструктивних сфер економічної активності населення, а також встановлення залежності між ними для виявлення перспективних напрямів для екологізації.

В рамках даної статті необхідно створити економіко-математичну модель, яка б дозволила визначити фактори, які найбільш сильно впливають на забруднення атмосферного повітря CO₂ в Україні та спрогнозувати його зміну у випадку зменшення/збільшення пояснюючих змінних.

РЕЗУЛЬТАТИ

Сьогодні, Україна належить до групи країн зі складними проблемами довкілля. Вони є типовими, з одного боку, для країн, що розвиваються (незбалансоване використання та вихолощення природних ресурсів), а з іншого – для індустріально розвинених країн (забруднення довкілля промисловою діяльністю). [2]

Під час більш детального аналізу екологічного стану України, було визначено, що на даному етапі найбільш небезпечною та нагальною є проблема забруднення атмосфери парниковими газами, а отже саме визначення причин виникнення цієї проблеми було обрано за мету для розробки нашої моделі.

За своєю суттю, парниковий газ (англ. Greenhouse gas) це газ, що поглинає теплове випромінювання поверхні Землі і хмар (інфрачервона радіація) і відбиває його назад до Землі [3].

До основних парникових газів в атмосфері Землі відносяться пари води (H₂O), вуглекислий газ (CO₂), закис азоту (N₂O), метан (CH₄), озон (O₃), гексафторид сірки (SF₆), гідрофторвуглець (ГФУ) і перфторвуглероди (ПФУ) [3].

Забруднення парниковими газами характерне для усіх країн світу в тій чи іншій мірі. Залежно від характеру економіки країни, її географічного положення, рівня розвитку тощо, обсяги парникових газів, що викидаються в атмосферу кожною країною значно відрізняються. Відрізняється також і склад парникових викидів – основні гази-забруднювачі. Деякі більш промислово-орієнтовані країни характеризуються більшою часткою викидів вуглекислого газу, тоді як більш сільськогосподарсько-орієнтовані – більшою часткою викидів метану.

Коли мова йде про Україну, варто зазначити, що з 1990 року відзначається значний спад обсягів викидів парникових газів, що спричинено значним скороченням обсягів виробництва.

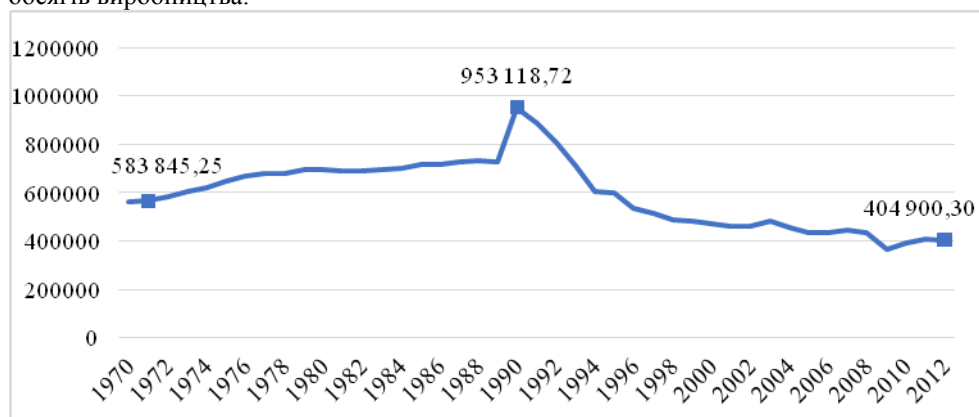


Рисунок 1 - Загальний обсяг викидів парникових газів в Україні з 1970 по 2012 рр., кілотон CO₂-еквіваленту [4]

Згідно Національної доповіді по кількості викидів парникових газів України в ООН, приблизно 75% загальної кількості парникових викидів припадає на викиди вуглекислого газу (CO₂), 20% - викиди метану (CH₄) та 5% – закис азоту (N₂O), що загалом повністю підтверджує світову тенденцію по пропорційному розподілу викидів парникових газів за видами. [5]

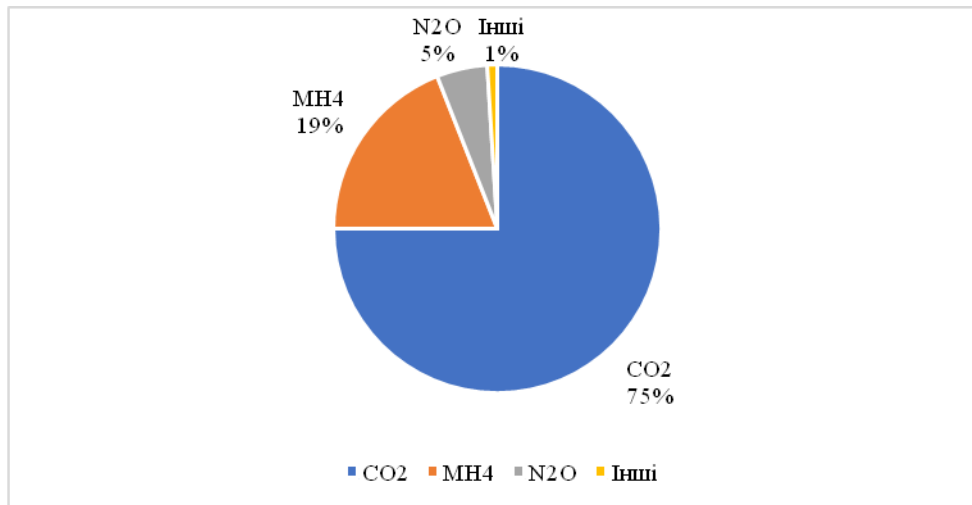


Рисунок 2 - Розподіл викидів парникових газів за видами в Україні. [5]

Саме тому, основним фактором, який було обрано для пояснення в моделі, є обсяг викидів вуглекислого газу (CO₂) в атмосферу, адже дана проблема є, на думку автора, однією з найнагальніших та найбільш статистично та інформаційно забезпечених, що в свою чергу дещо спрощує побудову моделі.

Отже, в рамках побудови моделі, було висунуто наступну наукову гіпотезу - Екологізація інфраструктури міста сприятиме забезпеченню сталого розвитку України та досягненню цілей та завдань визначених на Саміті ООН зі сталого розвитку.

Можливості моделі та успішна її розробка дозволить визначити фактори, які найбільш сильно впливають на забруднення атмосферного повітря CO₂ в Україні та спрогнозувати його зміну у випадку зменшення/збільшення пояснюючих змінних, а також визначення найбільш перспективні сфери для проведення екологізації.

Основним завданням розробки та використання економіко-математичної моделі є отримання відповіді на головне питання економетрики: Яким чином змінні X впливають на змінну Y?

Для проведення аналізу було використано застосунок STATA. Показники, які відібрані як вхідна інформація для побудови моделі відображають та/або логічно пов'язані з певною сферою економіки, яка може мати потенційний вплив на обсяг викидів CO₂.

Для побудови моделі було відібрано 9 факторів, що можуть мати потенційний вплив на рівень викидів CO₂, проте використання такої кількості змінних в моделі не є доцільним. Адже основний показник за яким ми визначаємо адекватність та реальність моделі (коефіцієнт детермінації) має один серйозний недолік: при збільшенні числа незалежних (пояснюючих) змінних показник може тільки зростати, тим самим наближуючись до 1, проте не відображаючи реальну ситуацію. Тому, може здатися, що модель з великою кількістю пояснюючих змінних краща, ніж модель з меншою, навіть якщо всі нові пояснюючі змінні ніяк не впливають на залежну змінну.

Тут необхідно згадати про принцип бритви Оккама. Згідно якого, наскільки це можливо, варто позбутися зайвих та нерелевантих пояснюючих змінних у моделі, завдяки чому вона стане простішою і зрозумілою.

Для визначення наявності зайвих пояснюючих змінних можна скористатися показником скоригованого R-квадрата. Показник представляє звичайний R-квадрат (коефіцієнт детермінації), але зі штрафом за велику кількість пояснюючих змінних. Основна ідея: якщо нові незалежні змінні дають значний вклад у якість моделі, значення цієї статистики зростає, якщо ні – то, навпаки, зменшується.

Отже, найпростішим методом для визначення зайвих відібраних факторів є регресійний аналіз. За допомогою застосування STATA необхідно перевірити чи існує зв'язок (залежність) між рівнем викидів CO₂ та кожним із відібраних факторів.

Кожен із запропонованих факторів має демонструвати взаємозв'язок з залежною змінною для того аби його доцільно було включити до моделі.

Серед факторів, які потенційно можуть впливати на рівень викидів CO₂ в Україні ми відібрали наступні:

Таблиця 1

Опис вхідних змінних

Змінна (позначення)	Економічний зміст	Одиниці вимірювання	Показники для розрахунку (позначення)	Економічний зміст показника
Залежна змінна – у	Викиди CO ₂	метричні тонни на душу населення	Co2_emiss	Викиди двоокису вуглецю - це ті, що виникають внаслідок спалювання викопного палива та виробництва цементу. Вони включають діоксид вуглецю, який утворюється при споживанні твердого, рідкого та газового палива та спалення газу.
X1	Населення України	чол.	Population	Загальна кількість населення ґрунтується на фактичному визначенні населення, яке підраховує всіх жителів незалежно від їх правового статусу та громадянства.
X2	Енергоспоживання	кг нафтового еквіваленту на душу населення	en_consum	Мається на увазі використання первинної енергії перед її перетворенням на інші види кінцевого палива, що дорівнює місцевому виробництву плюс імпорт та зміни запасів, за вирахуванням експорту та палива, що постачаються на кораблі та літаки, що здійснюють міжнародні перевезення

Опис вхідних змінних

X3	ВВП на душу населення	в постійних доларах США 2000 року	gdp	ВВП за цінами покупця - це сума валової доданої вартості всіх виробників-резидентів в економіці плюс податки на товари та мінус будь-які субсидії, які не входять у вартість продукції. Він обчислюється без врахування амортизації вироблених активів або для виснаження та деградації природних ресурсів.
X4	Перевезення пасажирів	тис. пас	passengers	Перевезення пасажирів основними видами транспорту (залізничним, авіаційним та автобусним)
X5	Заготівля деревини	тис. м3	wood	Обсяг легальної заготівлі деревини
X6	Територія лісів	км2	forest_area	Територія лісів це земля під природними або посадженими насадженнями дерев щонайменше 5 метрів in situ, які є продуктивними чи ні, і виключає деревні підставки в системах сільськогосподарського виробництва (наприклад, у плодкових плантаціях та системах агролісомеліорації) та дерева у міських парках та садах .
X7	Споживання електричної енергії	кВт на душу населення	el_pow_consum	Виробництво електростанцій та комбінованих теплових електростанцій за вирахування витрат на передачу, розподіл та перетворення, а також власне використання теплоелектростанціями
X8	Промисловість	% від ВВП	industry	Включає інформацію по основним сферам виробництва - видобувна промисловість, виробництво, будівництво, електроенергія, вода та газ
X9	Сільське господарство	% від ВВП	agriculture	Включає лісове господарство, мисливство та рибальство, а також вирощування сільськогосподарських культур та продукції тваринництва

Для побудови моделі використовується статистична інформація Світового Банку та Державної служби статистики.

Світовий Банк акумулює та систематизує інформацію за необхідними та відібраними нами категоріями по кожній країні світу за досить тривалий період, а

отже витрати часу на перевірку гіпотези та аналіз іншої країни (у випадку необхідності) будуть мінімальні.

Таблиця 2

Вихідні дані для побудови моделі

№	Рік	Викиди CO ₂ в Україні, тонн душу населення [7]	Населення України, чол [8]	Енергоспоживання, кг нафтового еквіваленту на душу населення [9]	ВВП на душу населення, в дол. США 2000 року [6]	Перевезення пасажирів, тис. пас [10]
n	t	y	x1	x2	x3	x4
1	1992	12,09829595	52150266	4209,621615	3263,37	7025916,3
2	1993	10,33620528	52179210	3728,583012	2797,57	5299106,4
3	1994	8,508441828	51921041	3192,737064	2166,69	4672549,3
4	1995	8,657036837	51512299	3177,813399	1917,45	4062519,4
5	1996	8,075959979	51057189	2937,27091	1741,09	3844892,7
6	1997	6,743789914	50594105	2836,207598	1704,31	3014470,5
7	1998	6,553863668	50143939	2706,135132	1686,94	2906017,2
8	1999	6,694721194	49673350	2718,99127	1699,52	2989604,9
9	2000	6,525618775	49175848	2720,724287	1818	3057361,6
10	2001	6,609491317	48683865	2754,423668	2005,32	3191116,8
11	2002	6,611440672	48202500	2813,159691	2130,66	3535714,2
12	2003	7,371051211	47812950	3025,135471	2349,93	3776621,6
13	2004	7,236767886	47451600	3031,499549	2654,33	4175780,5
14	2005	7,087901917	47105150	3033,183675	2746,05	4285880,7
15	2006	6,976804954	46787750	2935,292315	2966,5	4440754,6
16	2007	6,907396814	46509350	2996,21074	3220,01	4625056
17	2008	6,723649839	46258200	2910,660899	3311,96	4820772,2
18	2009	5,647810472	46053300	2487,036282	2834,34	4445141,2
19	2010	6,641349685	45870700	2886,994574	2965,14	4159635,7
20	2011	6,265962311	45706100	2768,924126	3138,47	4049119,6
21	2012	6,487602806	45593300	2687,058515	3153,74	3887394,7
22	2013	5,976641848	45489600	2553,116515	3160,08	3776983,6
23	2014	5,020747064	45271947	2334,407199	3123,92	3309096,9
24	2015	4,779504218	45154029	2313,583087	2828,89	2646442,1
25	2016	4,536676832	45004645	2273,851029	2905,86	2669377,968

Значення обсягів викидів CO₂ за 2015 та 2016 роки, перевезення пасажирів за 2016 рік, площа лісів на 2016 рік, а також споживання енергії та електроенергії за 2015 та 2016 роки було спрогнозовано за допомогою застосування «Прогноз» таблиць Excel у зв'язку з їх відсутністю на офіційних сторінках Державної служби статистики та Світового Банку.

Вихідні дані для побудови моделі

№	Рік	Заготівля деревини, тис. м3 [11]	Площа лісів, км2 [12]	Споживання електроенергії, кВт на душу населення [12]	Промисло- вість, % ВВП [12]	Сільське господар- ство, % ВВП [Ошибка! Источник ссылки не найден.]
n	t	x5	x6	x7	x8	x9
1	1992	10183	93212	4313,535045	50,90999727	20,35647298
2	1993	9649	93448	3953,279477	37,68505326	21,66971979
3	1994	9959	93684	3475,161448	47,51686888	16,24320453
4	1995	9741	93920	3348,928379	42,68424159	15,40075658
5	1996	9176	94156	3060,372164	38,20000277	13,82873947
6	1997	10597	94392	2958,585788	35,10429645	14,41400323
7	1998	10548,7	94628	2839,485745	36,13168062	14,23627081
8	1999	10308,7	94864	2792,141058	38,50550869	14,2811045
9	2000	11261,7	95100	2778,43709	36,31656292	17,08280767
10	2001	12022,3	95230	2790,5344	34,69887528	16,37209818
11	2002	12826,8	95360	2844,810954	34,53383302	14,6217084
12	2003	15953,3	95490	2997,974398	34,59122377	12,09697898
13	2004	17300,7	95620	3151,147696	35,87715543	11,92764003
14	2005	17124,3	95750	3246,035731	32,34512648	10,39983538
15	2006	17759,8	95696	3399,522311	36,12100657	8,680658816
16	2007	19013,9	95642	3528,924829	36,73414407	7,46048326
17	2008	17687,5	95588	3534,357152	33,61624216	7,904622314
18	2009	15876,5	95534	3227,955434	29,61602348	8,256066372
19	2010	18064,6	95480	3549,847724	29,2866632	8,421933802
20	2011	19746,2	95698	3662,443306	29,07805209	9,492159871
21	2012	19763,6	95916	3640,556836	28,4185813	9,050185933
22	2013	20340,6	96134	3600,229503	25,75704231	10,02779223
23	2014	20672,4	96352	3418,585024	26,18883519	11,65421174
24	2015	21924,2	96570	3394,96705	25,64687665	14,19485293
25	2016	22612,8	96692	3370,928865	27,1139094	13,71964212

За результатами проведеного регресійного аналізу по кожному з факторів використовуючи застосунок STATA було виявлено, що лише 5 із 9 запропонованих на початку факторів продемонстрували достатній рівень впливу на викиди CO₂, серед них – Населення України, Енергоспоживання, Пасажироперевезення, Площа лісів, Промислове виробництво, що є досить поширеним не лише для України, а й

для більшості країн світу. А отже, лише 5 факторів мають бути включені до оптимізованої моделі.

Спробуємо порівняти модель з 9 факторами та оптимізовану модель.

Таблиця 4

Аналіз 9-ти факторної моделі викидів CO₂

```
. reg Co2_emiss Population en_consum gdp passanger wood forest_area El_pow_cons
```

Source	SS	df	MS			
Model	62.6730503	9	6.96367226	Number of obs =	25	
Residual	.523483576	15	.034898905	F(9, 15) =	199.54	
				Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9917	
				Adj R-squared =	0.9867	
Total	63.1965339	24	2.63318891	Root MSE =	.18681	

Co2_emiss	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Population	2.09e-07	1.52e-07	1.37	0.190	-1.15e-07	5.33e-07
en_consum	.0025768	.0003539	7.28	0.000	.0018226	.0033311
gdp	-.0013944	.0005778	-2.41	0.029	-.002626	-.0001629
passanger	5.36e-07	2.53e-07	2.12	0.051	-3.48e-09	1.08e-06
wood	-.0001355	.0000797	-1.70	0.110	-.0003054	.0000345
forest_area	.0011642	.0005055	2.30	0.036	.0000867	.0022416
El_pow_cons	.0021429	.0006709	3.19	0.006	.000713	.0035728
Industry	-.0166171	.0184779	-0.90	0.383	-.0560017	.0227676
Agriculture	-.0139672	.0256629	-0.54	0.594	-.0686663	.040732
_cons	-124.123	52.52294	-2.36	0.032	-236.073	-12.17298

Беручи до уваги значення R-квадрат ми можемо зробити висновок, що 99,17% зміни рівня викидів CO₂ пояснюється зміною незалежних факторів відповідно до даної моделі. А отже, дана модель є успішною. Дана модель повністю пояснює та відображає причини забруднення атмосфери в Україні.

Проте, модель включає в себе досить високу кількість показників збір та опрацювання яких потребує значного часу. За допомогою проведеного регресійного аналізу, ми виявили 4 фактори, що можуть бути виключені з даної моделі без значної втрати її пояснювальної спроможності. Серед них: сільськогосподарське виробництво, споживання електричної енергії, заготівля лісів та ВВП.

Отже, проаналізуємо оптимізовану модель, яка включатиме лише 5 факторів.

Таблиця 5

Аналіз оптимізованої 5-ти факторної моделі викидів CO₂

```
. reg Co2_emiss Population en_consum passanger forest_area Industry
```

Source	SS	df	MS			
Model	62.2672226	5	12.4534445	Number of obs =	25	
Residual	.929311305	19	.048911121	F(5, 19) =	254.61	
				Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9853	
				Adj R-squared =	0.9814	
Total	63.1965339	24	2.63318891	Root MSE =	.22116	

Co2_emiss	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Population	2.51e-07	1.39e-07	1.80	0.087	-4.05e-08	5.43e-07
en_consum	.0024989	.0003871	6.45	0.000	.0016886	.0033092
passanger	3.37e-07	1.78e-07	1.89	0.074	-3.54e-08	7.09e-07
forest_area	.0000508	.0003096	0.16	0.871	-.0005971	.0006987
Industry	-.0228512	.0191429	-1.19	0.247	-.0629176	.0172153
_cons	-17.6557	35.64797	-0.50	0.626	-92.26775	56.95635

Дана модель демонструє дещо менший рівень пояснення викидів CO₂ (R-квадрат = 98,53% порівняно з 99,17%), проте після виключення 4 нерелевантних факторів, час та зусилля, які будуть затрачені на роботу з даною моделлю значно скоротились через відсутність необхідності збору зайвих даних. Значення

скоригованого R-квадрат підтверджує значення R-квадрат, що означає, що для побудови моделі не було використано зайвих факторів.

Отже, виходячи із результатів запропонованих даною моделлю найбільш ефективною та нагальною є екологізація сфери споживання енергії, а також надзвичайно важливою є екологізація виробництва та транспортної сфери. Збільшення площі лісів також матиме значний вплив на зниження рівня викидів CO₂.

При побудові моделей важливо не лише відібрати релевантні та вагомні фактори, але й проводити окремий аналіз їх зв'язку з залежною змінною для виявлення їх ієрархічності та пріоритетності. Отже, завдяки проведеному індивідуальному регресійному аналізу, ми маємо змогу стверджувати, що найбільш важливим фактором впливу на рівень забруднення атмосфери є обсяг енергоспоживання. На другому місці – площа лісів. На третьому – обсяг промислового виробництва. На четвертому – пасажироперевезення (забруднення спричинені транспортними засобами) та на п'ятому – кількість населення (забруднення спричинені щоденною діяльністю людини та ін).

Для більш детального ознайомлення з факторами включеними до моделі було проведено кореляційний аналіз.

Таблиця 6

Кореляційний аналіз факторів моделі
 . corr Co2_emiss Population en_consum passanger forest_area Industry
 (obs=25)

	Co2_emiss	Popula~n	en_con~m	passan~r	forest~a	Industry
Co2_emiss	1.0000					
Population	0.7860	1.0000				
en_consum	0.9792	0.6955	1.0000			
passanger	0.7951	0.3201	0.8415	1.0000		
forest_area	-0.8696	-0.9600	-0.7924	-0.5136	1.0000	
Industry	0.8408	0.8638	0.8012	0.5641	-0.8698	1.0000

Отже, після проведення кореляційного аналізу було виявлено декілька досить цікавих залежностей між факторами, а саме:

1) Кореляції між обсягами викидів CO₂ та запропонованими для моделі факторами підтверджують результати регресійного аналізу. Присутня додатня (позитивна) кореляція між обсягами викидів CO₂ та рівнем населення, споживання енергії, пасажироперевезеннями та промисловим виробництвом, що означає, що зі зростанням кожного з цих факторів, рівень забруднення CO₂ буде зростати.

Від'ємна (негативна) кореляція між обсягами викидів CO₂ та площею лісів вказує на те, що зв'язок між ними обернено пропорційний, тобто зі зменшенням площі лісів, рівень забруднення буде зростати.

2) Досить цікавий зв'язок існує між кількістю населення та площею лісів. Значна негативна кореляція вказує на те, що зі зростанням рівня населення країни, площі лісів скорочуються, що може бути спричинено збільшенням попиту на товари деревообробної промисловості, вирубок лісів під посівні площі та будівництво, а також збільшення рівня незаконної вирубки лісів.

Залежність між рівнем населення та пасажирообігом є незначною, що є досить цікавим фактом, який вказує на те, що незважаючи на збільшення кількості населення, рівень користування транспортом залишається майже незмінним. Це може вказувати на те, що залізничним, авіа та автобусним транспортом користується певна, майже незмінна кількість людей. Серед можливих причин даного явища може бути збільшення рівня використання приватного транспорту та/або публічного транспорту.

3) Існує значна додатня кореляція між використанням енергії та пасажироперевезеннями, що вказує на те, що значна кількість виробленого палива

використовується в транспортній галузі, а отже зі збільшенням рівня пасажирських перевезень рівень споживання енергії також зросте.

4) Негативна кореляція між площами лісів та іншими факторами вказує на те, що зі збільшенням діяльності людини, природні ресурси (ліс) скорочуються, а отже правдивим є твердження про те, що людство знищує «легені планети». Через це сталий розвиток набуває ще більшої актуальності.

Отже, адекватність побудованої економетричної моделі можна перевірити за допомогою коефіцієнта детермінації. Якщо його значення близьке до одиниці, то можна вважати, що отримана економетрична модель адекватна. У цьому випадку зміна значення результативної змінної Y лінійно залежить саме від зміни пояснюючих змінних X , а не через вплив випадкових факторів. Якщо ж значення коефіцієнта детермінації близьке до нуля, то модель вважають неадекватною, тобто лінійний зв'язок між Y та X відсутній. Коефіцієнт детермінації розробленої моделі дорівнює 98,53%, тому можна зробити висновок що розроблена модель – адекватна.

Дана модель може бути рекомендована для використання при проведенні аналогічних аналізів структури викидів інших країн та/або для визначення причин викидів інших парникових газів.

ВИСНОВКИ

Із розвитком цивілізації, швидким зростанням чисельності населення, обсягів промислового виробництва та його відходів, проблеми взаємовідносин суспільства, економіки та природи дедалі актуалізуються.

Одним із підходів, що можуть бути використані в Україні для досягнення цілей сталого розвитку є екологізація. Інакше кажучи, на нинішньому етапі, кожне рішення щодо освоєння нових або модернізації старих виробництв, впровадження нових технологій, тощо, необхідно оцінювати з позиції зменшення негативного впливу на довкілля.

Зазвичай, говорячи про екологізацію економіки, науковці звертають увагу лише на екологізацію виробництва та виробничих процесів, вважаючи їх найбільш вагомими при формуванні сталого розвитку і забезпеченні національної екологічної безпеки. Проте, життя суспільства не обмежується економічними процесами, пов'язаними з безпосереднім виробництвом товарів.

Під час виконання даної статті була розроблена багатофакторна модель забруднення CO_2 . Аналізуючи дану модель, було зроблено висновок, що при побудові моделей важливо не лише відібрати релевантні та вагомі фактори, але й проводити окремий аналіз їх зв'язку з залежною змінною для виявлення їх ієрархічності та пріоритетності.

Було перевірено та підтверджено наступні гіпотези:

Гіпотеза 1: Існує обернено пропорційна залежність між обсягами зелених насаджень та кількістю викидів вуглекислого газу, тобто зі скорочення площі лісів, кількість CO_2 в атмосфері буде зростати.

Гіпотеза 2: Існує прямо пропорційна залежність між обсягом приватного транспорту або транспортних перевезень та викидами CO_2 , адже одна з основних причин викидів CO_2 – автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння. Тобто зі збільшенням кількості автомобілів та/або пасажирських перевезень, кількість викидів CO_2 в атмосферу буде зростати.

Гіпотеза 3: Існує прямо пропорційна залежність між обсягами виробництва енергоносіїв (палива та паливно-мастильних матеріалів) та обсягами викидів CO_2 . Тобто, зі збільшенням обсягів виробництва енергоносіїв, рівень викидів CO_2 зростатиме.

Гіпотеза 4: Кожен обраний фактор (пояснююча змінна) впливає на незалежну змінну в різній мірі, залежно від структури економіки та виробництва.

Отже, завдяки проведеному регресійному аналізу, в рамках підтвердження гіпотези 4, ми визначили, що найбільш важливим фактором впливу на рівень

забруднення атмосфери є обсяг енергоспоживання. На другому місці – площа лісів. На третьому – обсяг промислового виробництва. На четвертому – пасажироперевезення (забруднення спричинені транспортними засобами) та на п'ятому – кількість населення (забруднення спричинені щоденною діяльністю людини та ін).

Враховуючи результати запропоновані даною моделлю найбільш ефективними та нагальними є екологізація сфери енергоспоживання, екологізація виробництва та транспортної сфери. Екологізація транспортної сфери, а саме екологізація транспортних інфраструктур міст України значною мірою вплине на покращення стану атмосферного повітря України та скорочення викидів CO₂, що відповідає Цілям ООН зі сталого розвитку.

SUMMARY

Within the framework of this paper, it was determined that the most urgent environmental problem of Ukraine at the moment is the air pollution with greenhouse gases, 75% of which are carbon dioxide (CO₂) emissions. An economic-mathematical model was created with the help of the STATA application, which would allow to determine the factors that most strongly influence the atmospheric air pollution of CO₂ in Ukraine and to predict its change in case of reduction / increase of explanatory variables. Due to the regression analysis, it was determined that the most important factor influencing the level of pollution of the atmosphere is the amount of energy consumption. In the second place - the area of forests. The third - the volume of industrial production. In the fourth - passenger traffic (pollution caused by vehicles) and the fifth – size of the population (contamination caused by daily human activities, etc.).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мінекономрозвитку (2017). *Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна»*. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf>
2. ІСЕД (2017). Аналіз державних стратегічних документів України щодо врахування адаптованих для України Цілей Сталого Розвитку до 2030 року : Аналітична доповідь. – К. : Інститут суспільно-економічних досліджень, 2017. – 84 с. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://iser.org.ua/uploads/files/ISED_Report-UKR_Web_Final.pdf>
3. Вікіпедія. (2018). Парниковий газ. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Парниковий_газ>
4. World Bank (2018). Total greenhouse gas emissions. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.GHGT.KT.CE?locations=UA&name_desc=true>
5. Ukraine's Greenhouse Gas Inventory 1990-2015. The Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://menr.gov.ua/files/docs/Ukraine_NIR_2017_%20project_06032017.pdf>
6. Держстат (2018). Статистична інформація: Зовнішньоекономічна діяльність.: Державна служба статистики України. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <<http://ukrstat.gov.ua/>>
7. World Bank (2018). CO₂ emissions (metric tons per capita): Wold Development Indicators – Ukraine. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <<https://data.worldbank.org/country/ukraine?view=chart>>
8. World Bank (2018). Population, total: Wold Development Indicators – Ukraine. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=UKR#>>
9. OECD. (2018). Energy use: IEA Statistics [Електронний ресурс] - Режим доступу: <<http://www.iea.org/stats/index.asp>>
10. Держстат (2018). Статистична інформація: Транспорт.: Державна служба статистики України. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <<http://ukrstat.gov.ua/>>
11. Держстат (2018). Статистична інформація: Сільське, лісове та рибне господарство.: Державна служба статистики України. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <<http://ukrstat.gov.ua/>>
12. World Bank (2018). Wold Development Indicators – Ukraine. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=UKR#>>

Надійшла до редакції 10 березня 2018 р.