

МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ АТМОСФЕРНИХ ВИКИДІВ

MODEL OF THE EFFECT OF ECONOMIC GROWTH ON THE STATE OF THE ENVIRONMENT ON THE EXAMPLE OF ATMOSPHERIC EMISSIONS

Стаття присвячена дослідженню існуючої методології розрахунку впливу обсягу ВВП на зміну обсягу викидів забруднюючих речовин. Визначено, що розрахунок впливу обсягу виробництва на обсяг забруднюючих речовин у довкіллі із застосуванням існуючої методики характеризує практично повну відсутність взаємозв'язку між досліджуваними показниками що зумовлює необхідність зміни моделі розрахунку з метою запобігання поглибленню екологічної кризи. Обґрунтовано, що нова модель розрахунку впливу досліджуваних показників більш ефективна та вказує на наявність взаємозв'язку між цими показниками. На основі використання інструментарію економетрії (регресійний аналіз) визначено взаємозв'язок між обсягом ВВП та обсягом забруднюючих речовин. Побудована регресійна модель демонструє функціональну залежність між величиною валового внутрішнього продукту та викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Отримана регресія може використовуватись при складанні макроекономічних пошукових прогнозів.

Ключові слова: екологічний розвиток, екологічна безпека, витрати, навколишнє середовище, регресійна модель, ВВП, рівень забруднюючих речовин.

Стаття посвящена исследованию существующей методологии расчета влияния объема ВВП на изменение объема выбросов загрязняющих веществ. Определено, что расчет влияния объема производства на объем загрязняющих веществ в окружающей среде с применением существующей методики характеризует практически полное отсутствие взаимосвязи между исследуемыми показателями что вызывает необходимость изменения модели расчета с целью предотвращения углубления экологического кризиса. Обосновано, что новая модель расчета утечки исследуемых показателей более эффективна и указы-

вает на наличие взаимосвязи между этими показателями. На основе использования инструментария эконометрики (регрессионный анализ) определена взаимосвязь между объемом ВВП и объемом загрязняющих веществ. Построена регрессионная модель демонстрирует функциональную зависимость между величиной валового внутреннего продукта и выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Полученная регрессия может использоваться при составлении макроэкономических поисковых прогнозов.

Ключевые слова: экологическое развитие, экологическая безопасность, расходы, окружающая среда, регрессионная модель, ВВП, уровень загрязняющих веществ.

The article is devoted to the study of the existing methodology for calculating the effect of the volume of GDP on the change in the volume of emissions of pollutants. It is determined that the calculation of the influence of volume of production on the volume of pollutants in the environment with the use of the existing method characterizes the virtually complete absence of the relationship between the investigated indicators, which necessitates a change in the model of calculation in order to prevent the deepening of the ecological crisis. It is substantiated that the new model for calculating the flood of the studied indicators is more effective and indicates the existence of a correlation between these indicators. Using the tools of econometrics (regression analysis), the relationship between the volume of GDP and the volume of pollutants is determined. The constructed regression model demonstrates a functional relationship between the value of the gross domestic product and the emissions of pollutants into the atmospheric air. The obtained regression can be used in compiling macroeconomic search forecasts.

Key words: ecological development, ecological safety, costs, environment, regression model, GDP, level of pollutants.

УДК 332.132:338

Варламова І.С.

к.е.н., доцент кафедри обліку і оподаткування

Запорізький національний університет

Постановка проблеми. Забруднення навколишнього середовища, скорочення розмірів природних ресурсів, в результаті їх надмірного споживання та недосконалих методів дослідження, підвищення факторів негативного впливу на стан захворювання населення обумовлює необхідність впровадження нових або вдосконалених методів дослідження природних ресурсів, забруднюючих речовин на стан навколишнього середовища.

Отже, об'єктивними вимогами сучасності є сформулювати нову модель розрахунку впливу факторів виробництва, обсягів випущеної продукції на стан навколишнього середовища та визначення їх впливу один на одного.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання щодо екологічної стійкості та сталого розвитку досліджували провідні українські та зарубіжні науковці, серед яких Згуровський М.З., Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Мезенцев К.В., Долішній М.І., Олійник Я.Б., Пістун М.Д., Добровольський В.В., Мельник Л.Г., Руденко Л.Г. [1-4] та інші.

Незважаючи на значну кількість теоретичних та практичних досліджень щодо екологічної стійкості, залишаються недостатньо глибоко дослідженим питання визначення характеру залежності екологічної стійкості від певних чинників на основі використання економетричних методів.

Постановка завдання. У зв'язку з цим постає питання розробки моделі розрахунку впливу факторів сталого розвитку промисловості та стану навколишнього середовища у ракурсі міжнародної співпраці України з європейським співтовариством.

Виклад основного матеріалу дослідження. Невід'ємною складовою економічного розвитку є стан навколишнього середовища. Надмірне споживання ресурсів генерує різні види відходів, які наносять значну шкоду довкіллю. Зростання сукупного виробництва призводить до відповідного збільшення забруднюючих викидів та навпаки. Таким чином, забруднення навколишнього середовища є платою суспільства за економічне зростання.

До основних факторів впливу на стан довкілля, облік яких ведеться Державною службою статистики України, належать:

1. Викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю (парникові гази) стаціонарними та пересувними джерелами забруднення;
2. Використання та відведення забрудненої та очищеної води;
3. Утворення відходів за класами небезпечності, їхня переробка та накопичення;
4. Внесення органічних та неорганічних добрив, застосування пестицидів сільськогосподарськими підприємствами;
5. Використання лісових ресурсів тощо.

Перші три види забруднень природного середовища характерні всім без винятку галузям економіки; останні два – галузі сільського, лісового та рибного господарства. Дослідження регуляторів та важелів екологічної безпеки національної економіки потребує вивчення кожного фактору з наведеного вище переліку.

Динаміка викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю за 2008-2016 роки наведена а табл. 1. До складу

найбільш поширених забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря промисловістю України за даними 2016 року є: діоксид сірки (1076,4 тис. тон) та азоту (240,2 тис. тон); оксид вуглецю (802,8 тис. тон); метан (466,5 тис. тон); суспендовані тверді частинки (395,8 тис. тон).

Стаціонарні джерела забруднення представляють собою нерухомі об'єкти, місцеположення яких є постійним – це виробничі потужності підприємств. На відміну від них, пересувні джерела забруднення – це всі види транспортних засобів, рух яких супроводжується викидами в атмосферне повітря. Частка стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин протягом 2008-2015 років незначно змінювалась в діапазоні від 62% до 64%. Щодо діоксиду вуглецю, то тут стаціонарні джерела забруднень займали від 81,4% до 85,7%.

Частка забруднюючих речовин в сукупному обсязі викидів на протязі 2008-2016 років коливалась в незначному діапазоні від 2,7% до 3,3%. Розрахована середня частка забруднюючих речовин склала 3,003% з квадратичним коефіцієнтом варіації $K_v = 8,63\% < 33,3\%$. Тобто, середня частка є репрезентативною, добре характеризує вхідні дані і її можна використовувати в подальших розрахунках.

Відповідно, середня частка викидів діоксиду вуглецю складає майже 97%. За обсягами викидів діоксиду вуглецю, в розрахунку на 1 дол. валового внутрішнього продукту, Україна технологічно значно відстає від розвинутих країн. Так, у Швейцарії даний показник складає 11,8 кг/дол.; Швеції – 14,2 кг/дол.; Норвегії – 16,3 кг/дол.; США – 46,4 кг/дол.; Германії – 58,9 кг/дол.; Китаї – 201,1 кг/дол.; Україні – 347,0 кг/дол. Поряд із Україною знаходяться такі країни, що розвиваються, як: Іран – 313,4 кг/дол.; Казахстан – 285,1 кг/дол.; Киргизія – 469,2 кг/дол. тощо.

Динаміка сукупних викидів в атмосферне повітря, табл. 3.1, на протязі досліджуваного періоду носила змінний характер: 2009-2011 роки характе-

Таблиця 1

Динаміка викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю за 2008-2016 р.

Рік	Забруднюючі речовини		Діоксид вуглецю		Сукупні викиди, тис. тон
	Стаціонарні джерела забруднення	Пересувні джерела забруднення	Стаціонарні джерела забруднення	Пересувні джерела забруднення	
2008	4524,9	2685,4	174234,0	32200,0	213644,3
2009	3927,9	2514,8	152693,0	32540,0	191675,7
2010	4131,6	2546,4	165041,8	33188,9	204908,7
2011	4373,6	2502,7	202203,9	33749,3	242829,5
2012	4335,3	2485,8	198175,1	33822,2	238818,4
2013	4295,1	2424,7	197618,0	33088,1	237425,9
2014	3036,5	1996,2	146919,5	27813,1	179765,3
2015	2857,1	1663,9	138932,1	23139,8	166592,9
2016	3078,5	-	150556,2	-	-

ризувались зростанням викидів; 2011-2013 роки – сталий режим; 2013-2016 роки – скорочення викидів. В цілому, середньорічний темп росту склав

$$\overline{T}_B = \sqrt[7]{\frac{166592,9}{213644,3}} = 0,9651, \text{ а середньорічний темп}$$

приросту $\overline{Tpr}_B = (\overline{T}_B - 1) \times 100\% = -3,49\%$. Це означає, що в середньому щороку сукупний обсяг викидів в атмосферне повітря скорочувався на 3,49%, що є позитивним. Однак, відомо, що даний показник тісно пов'язаний з процесом суспільного виробництва. Тобто, зміна режиму забруднення повітря повинна була відбуватись внаслідок зміни динаміки економічного зростання. На рис. 1 наведено порівняльну динаміку валового внутрішнього продукту, як індикатора економічного зростання, та обсягів атмосферних викидів.

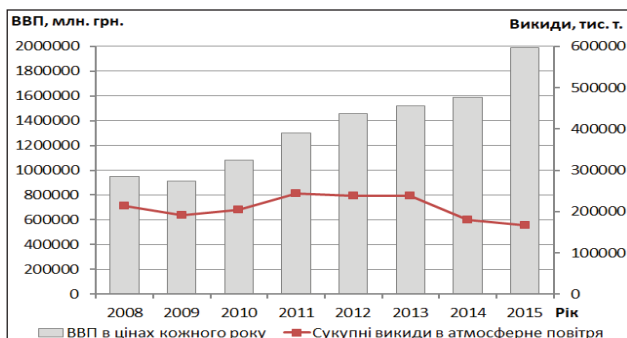


Рис. 1. Порівняльна динаміка валового внутрішнього продукту та обсягів атмосферних викидів за 2008-2015 роки

Оскільки досліджувані показники мають різні одиниці виміру, кожний з них має свою вертикальну вісь. Обсяг ВВП вимірюється в млн. грн. та відмічається на вертикальній осі зліва. В свою чергу, обсяг атмосферних викидів вимірюється в тис. тон та відмічається на вертикальній осі справа.

Офіційні дані Державної служби статистики України свідчать про занадто оптимістичний розвиток національної економіки. Як бачимо з рис. 3.1, обсяг ВВП України в цінах кожного року характеризувався постійним зростанням: його середньорічний темп росту дорівнював

$$\overline{T}_{ВВП} = \sqrt[7]{\frac{1988544}{978056}} = 1,1116, \text{ а середньорічний темп}$$

приросту – $\overline{Tpr}_{ВВП} = (\overline{T}_{ВВП} - 1) \times 100\% = 11,16\%$. Така тенденція має дуже низьку кореляцію з обсягом атмосферних викидів: $K_{кор} = -0,2805$. Близькість коефіцієнта кореляції до 0 свідчить про практично повну відсутність взаємозв'язку між досліджуваними показниками.

Проте, валовий внутрішній продукт, обчислений за цінами кожного року не враховує фактору інфляції. Для проведення об'єктивного порівняльного аналізу ВВП кожного року необхідно обчислити в цінах базисного року. В якості базисного в даному дослідженні було обрано 2010 рік. Врахо-

вуючи річні індекси інфляції, ВВП кожного року в порівняних цінах прийме значення, табл. 2.

Таблиця 2
Розрахунок обсягу ВВП в порівняних цінах 2010 року, млн. грн.

Рік	ВВП в цінах кожного року, млн. грн.	Індекс інфляції	ВВП в цінах базисного 2010 р., млн. грн.
2008	948056	1,223	1161552
2009	913345	1,123	996459,4
2010	1082569	1,091	1082569
2011	1302079	1,046	1244817
2012	1459096	0,998	1397725
2013	1522657	1,005	1451355
2014	1586915	1,249	1211052
2015	1988544	1,433	1059006
2016	2383200	1,124	1129165

Порівняльна динаміка валового внутрішнього продукту в номінальних цінах кожного року та в цінах базисного 2010 року представлена в графічному вигляді на рис. 2. Як бачимо, реальна тенденція економічного зростання має зовсім інший характер: після падіння 2013-2015 років, реальний валовий внутрішній продукт у 2016 році вийшов лише на рівень 2010 р.

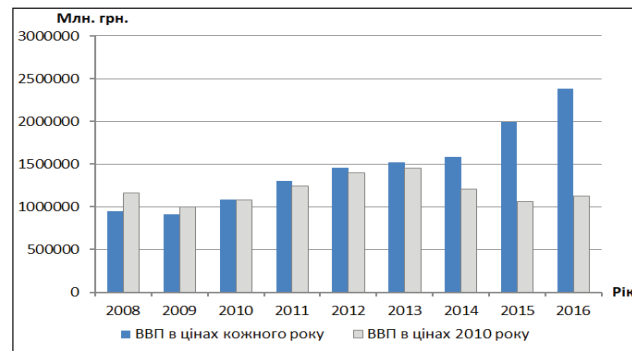


Рис. 2. Порівняльна динаміка валового внутрішнього продукту в номінальних цінах кожного року та в цінах базисного 2010 р.

Наша гіпотеза про взаємозв'язок між ВВП країни в порівняних цінах та обсягом атмосферних викидів знайшла підтвердження: періоди підйомів та спадів обох показників співпадають між собою. Відповідний коефіцієнт кореляції дорівнює $K_{кор} = 0,7400$. Близькість $K_{кор}$ до 1 та його додатне значення свідчить про наявність стійкого прямого зв'язку між фактором та результативним показником.

Однак, слід взяти до уваги, що ВВП країни складається з елементів кінцевого попиту та представляє собою лише частину сукупного випуску продукції. Інша його частина споживається в процесі виробництва, це так званий проміжний попит. Галузеві співвідношення між обсягами проміжного споживання, кінцевого попиту та сукупного

випуску, що мали місце в економіці України протягом 2015 р. наведено в табл. 3.

Колонка (4) табл. 3 обчислюється як сума колонок (2) та (3). Колонка (5), відповідно, як відношення колонок (3) та (4). Як бачимо, за даними 2015 р. частка ВВП у сукупному випуску продукції по Україні в цілому склала лише 39,92%. Даний показник характеризує ефективність суспільного виробництва і повинний максимізуватись. В нашому випадку це означає, що ВВП в обсязі 1988544 млн. грн. потребувало виробництва продукції на суму 4980781 млн. грн. Фактично, економіка країни у 2015 р. виробила продукції в 2,5 рази більше за обсяг ВВП, причому вся різниця була спожита нею.

Оскільки викиди в атмосферне повітря пов'язані безпосередньо з виробничим процесом, при побудові регресійної моделі в якості фактору впливу на обсяги забруднень доцільно розглядати не ВВП країни, а саме сукупний випуск в порівняльних цінах. В такому випадку ми отримуємо більш адекватну модель. Функціональний взаємозв'язок між елементами кінцевого попиту та сукупним випуском продукції задається матричним рівнянням міжгалузевої балансової моделі:

$$X = AX + F \rightarrow X = (I - A)^{-1} F, \quad (1)$$

Де X – вектор-колонка сукупного випуску продукції кожної галузі; F – вектор-колонка кінцевого попиту; A – квадратна матриця коефіцієнтів прямих витрат, що враховує міжгалузеві зв'язки; I – одинична матриця.

Розмірність кожної матриці з рівняння (1) дорівнює кількості агрегованих галузей. Коефіцієнти прямих витрат A обчислюються на основі вхідних статистичних даних по національним рахункам звітного року і можуть використовуватись в подальших розрахунках.

В кінцевому випадку порівняльна динаміка сукупного випуску продукції в цінах базисного року

та обсягів атмосферних викидів за 2008-2015 роки приймає вигляд, рис. 4.

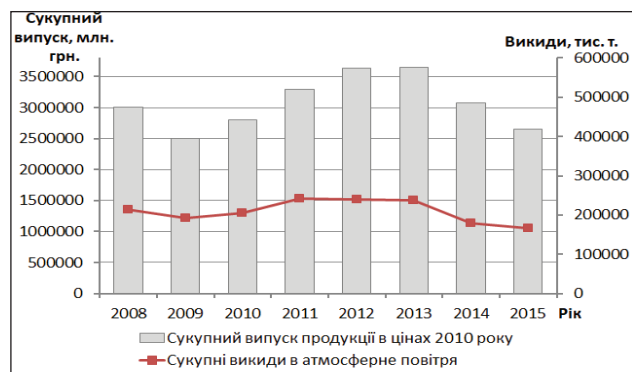


Рис. 3. Порівняльна динаміка сукупного випуску продукції та обсягів атмосферних викидів за 2008-2015 роки

Відповідний коефіцієнт кореляції між факторним та результативним показниками дорівнює $K_{кор} = 0,7950$, що вказує на високу пряму залежність між ними.

Для побудови регресійної залежності використовувався метод найменших квадратів. Причому, досліджувались як лінійна, так і степенева форми залежностей:

1. Лінійна залежність викидів в атмосферне повітря ($V_{атм}$) від сукупного випуску продукції (ВП) в цінах базисного 2010 року має вигляд:

$$V_{атм} = 45418,3521 + 0,053298 \times ВП, \quad (2)$$

Адекватність отриманої залежності перевірялась за допомогою критерію Фішера. Розрахункове значення $F_{розр} = 10,3048$ та перевищує табличне $F_{табл}(0,95; 1; 6) = 5,9874$. Це означає, що з достовірністю 95% отримана регресійна залежність відповідає вхідним статистичним даним і може використовуватись при проведенні сценарного моделювання залежності викидів в атмосферне повітря від обсягу сукупного випуску продукції.

Таблиця 3

Обсяг проміжного споживання, кінцевого попиту та сукупного випуску продукції по галузях економіки за даними 2015 р., млн. грн.

Галузі	Проміжне споживання, млн. грн.	Кінцевий попит (ВВП), млн. грн.	Сукупний випуск, млн. грн.	Частка ВВП у сукупному випуску продукції, %
Сільське, лісове та рибне господарство	281213	360108	641321	56,15%
Добувна промисловість	319472	-84461	235011	-35,94%
Переробна промисловість	975612	818763	1794375	45,63%
Постачання та розподіл електроенергії, газу та води	174917	38085	213002	17,88%
Будівництво	56758	140146	196904	71,17%
Транспорт, складське господарство	194014	112363	306377	36,67%
Інші види економічної діяльності	990251	603540	1593791	37,87%
Разом	2992237	1988544	4980781	39,92%

2. Степенева залежність викидів від сукупного випуску продукції в цінах базисного 2010 року записується як:

$$B_{атм} = 1,853444 \times ВП^{0,778687}, \quad (3)$$

Перевірка адекватності моделі за показником Фішера також вказала на її прийнятність з достовірністю у 95%: $F_{розр} = 8,9963 > F_{табл} = 5,9874$.

Таким чином, обидві залежності можна використовувати для обчислення обсягів викидів в атмосферне повітря. Більше того, на проміжку часу 2008-2015 р. вони дають майже однакові результати.

На нашу думку, при складанні пошукових прогнозів слід використовувати степеневу регресію (3), оскільки вона має убиваючу граничну віддачу фактору ВП, в той час як лінійна регресія характеризується постійним значенням. Гранична віддача показує, на скільки зміниться обсяг викидів, якщо сукупний випуск продукції збільшиться на 1. Як було показано вище, на сьогоднішній день Україна за рівнем викидів в атмосферу в десятки разів поступається розвиненим країнам. Тому шлях до економічного зростання може бути тільки за рахунок збільшення частки інтенсивних факторів виробництва.

На рис. 4 наведено співставлення вхідних даних та розрахункових значень обсягів викидів, отриманих на основі ступеневої регресії.

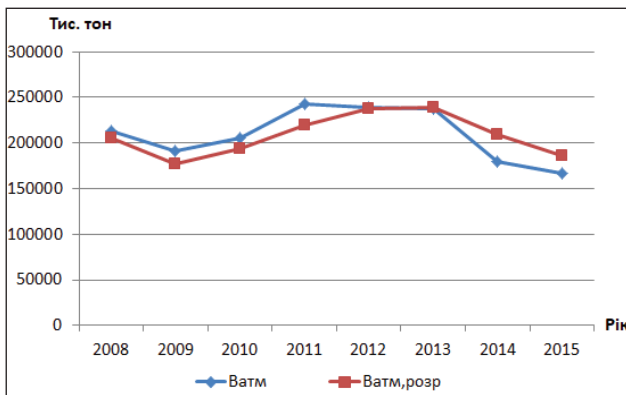


Рис. 4. Вхідні дані та розрахункові значення обсягів атмосферних викидів за 2008-2015 роки

Таким чином, в даному дослідженні ми встановили функціональну залежність між величиною валового внутрішнього продукту та викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Отримана регресія може використовуватись при складанні макроекономічних пошукових прогнозів.

Висновки з проведеного дослідження. На основі проведеного аналізу, слід підсумувати що на сучасному етапі постає питання щодо засто-

сування регресійної моделі при оцінці факторів впливу на обсяги забруднень, та при побудові даної моделі доцільно розглядати не ВВП країни, а саме сукупний випуск в порівняних цінах. Також при складанні пошукових прогнозів слід використовувати степеневу регресію, оскільки вона має убиваючу граничну віддачу фактору ВП, в той час як лінійна регресія характеризується постійним значенням.

В результаті дослідження доведено, що на сьогоднішній день Україна за рівнем викидів у навколишнє середовище в десятки разів поступається розвиненим країнам, таким чином слід звернути увагу на збільшення частки інтенсивних факторів виробництва. Встановлено функціональну залежність між величиною валового внутрішнього продукту та викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Отримана регресія може використовуватись при складанні макроекономічних пошукових прогнозів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Згуровский М.З. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей (2005/2007/2008 годы) [Текст] / М.З. Згуровский, А.Д. Гвишиани. – К.: Изд.7во «Политехника», 2008. – 331 с.
2. Данилишин Б.М. Актуальні проблеми регіональної політики в Україні та шляхи їх розв'язання / Б.М. Данилишин, Я.Б. Олійник, В.І. Нудельман, С.А. Романюк, А.С. Філіпченко, Г.В. Балабанов, В.І. Олещенко // Україна: географічні проблеми сталого розвитку. – К.: Обрії, 2004. – Т. III. – С. 10–19.
3. Мельник Л.Г. Поняття про сталий розвиток / Л.Г. Мельник // Основи стійкого розвитку. – Суми: Університетська книга, 2007. – С. 411–442.
4. Руденко Л.Г. Концепція сталого (збалансованого) розвитку та її сприйняття в Україні / Л.Г. Руденко, С.А. Лісовський // Український географічний журнал – 2005. – №4. – С. 3–10.
5. Статистичний збірник «Довкілля України за 2016 рік». – державна служба статистики України. – К., 2017 р. – 226 с.
6. Україна у цифрах 2016. Статистичний збірник – Державна служба статистики України. – К., 2017 р. – 240 с.
7. Статистичний щорічник України за 2015 рік. – Державна служба статистики України. – К., 2016 р. – 575 с.
8. Статистичний збірник «Регіони України» Ч.1. – Державна служба статистики України. – К., 2017 р. – 323 с.
9. Статистичний збірник «Регіони України» Ч.2. – Державна служба статистики України. – К., 2017 р. – 687 с.