

- Україні від 17 жовтня 2013 року № 806-р. Урядовий кур'єр. 2013. № 215.
3. Ульяновченко Ю. Державне стимулювання розвитку аграрних кластерів. Теорія та практика державного управління: зб. наук. пр. Вип. 1 (48). Харків: вид-во ХАРІ НАДУ «Магістр», 2015. С. 92–100.
 4. Денисенко С. Кластерний підхід до виробництва екобезпечної продукції рослинництва. Збалансоване природокористування. 2013. № 2–3. С. 46–51.
 5. Погріщук Б., Погріщук Г. Кластеризація в системі розвитку аграрного сектора економіки. Вісник Тернопільського національного економічного університету. 2013. Вип. 5. С. 319–324.
 6. Собкевич О., Русан В., Юрченко А. Щодо державної політики підтримки розвитку аграрних кластерів в Україні: аналітична записка // Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/760>.
 7. Ковалева А. Развитие кластерного управления в аграрном секторе экономики: дисс. ... канд. экон. наук: спец. 08.00.05. Смоленск, 2016. 170 с.
 8. Strehl A., Ghosh J. Clustering ensembles – a knowledge reuse framework for combining multiple partitions. The Journal of Machine Learning Research. 2002. Vol. 3. P. 583–617.
 9. Ковалева А. Теоретические аспекты кластерного управления в агропромышленном комплексе. Экономика и предпринимательство. 2016. № 1 (2). С. 82–90.
 10. Чудовська В. Розвиток системи планування раціонального використання та охорони земель сільськогосподарського призначення. Збалансоване природокористування. 2016. № 4. С. 177–182.

УДК 330.43:504.03

Строєва В.О.

*кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри прикладної математики
Дніпровського державного технічного університету*

Белобородова М.В.

*аспірант кафедри економіки підприємства
Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»*

МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Стаття присвячена дослідженню взаємозв'язку рівня екологічної відповідальності промислових підприємств та рівня захворюваності органів дихання у місці присутності цих підприємств. Встановлено наявність поліноміальної залежності другого-третього порядків між даними показниками. Методами економіко-математичного моделювання та кореляційно-регресійного аналізу визначено найбільш ефективні напрямки реалізації стратегії екологічної відповідальності промислового підприємства.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, ефект, захворюваність, стратегія, екологізація.

Строева В.А., Белобородова М.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Статья посвящена исследованию взаимосвязи уровня экологической ответственности промышленных предприятий и уровня заболеваемости органов дыхания в месте присутствия этих предприятий. Установлено наличие полиномиальной зависимости второго-третьего порядков между данными показателями. Методами экономико-математического моделирования и корреляционно-регрессионного анализа определены наиболее эффективные направления реализации стратегии экологической ответственности промышленного предприятия.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, эффект, заболеваемость, стратегия, экологизация.

Stroyeva V.O., Bieloborodova M.V. MODELING OF SOCIO-ECONOMIC EFFECT OF IMPLEMENTATION INDUSTRIAL ENTERPRISES ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY

Interrelation of the level of environmental responsibility of industrial enterprises and the level of respiratory diseases in the place of the presence of these enterprises are researched in the article. The presence of polynomial dependence of the second to third orders between these data is established. The most effective directions for implementing the strategy of environmental responsibility of an industrial enterprise based on the methods of economic-mathematical modeling and correlation-regression analysis have been identified.

Keywords: economic modeling, effects, morbidity, strategy, greening.

Постановка проблеми. Стимулювання екологічної відповідальності промислових підприємств, які є основними забруднювачами навколишнього природного середовища, – одна із найбільш вагомих проблем управління та ведення сучасного промислового бізнесу. Дане питання залишається актуальним як для зацікавлених сторін, зокрема місцевої громади, так і для самих промислових підприємств, у тому числі підприємств металургійної галузі. Таким чином, на сьогоднішній день важливим завданням стає розробка ряду мотиваційних механізмів, які б давали можливість досягти позитивних соціально-екологічних зрушень зі збереженням економічної спроможності промислових підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням економіко-екологічних систем, питанням удосконалення економіко-екологічного аналізу присвячені роботи Г. Дейлі, Р. Костанзи, О. Амоші, М. Моїсєєва. Питання розвитку теорії та практики соціально-екологічної відповідальності бізнесу висвітлили в своїх роботах так зарубіжні та вітчизняні вчені, як Г. П. Друкер, А. Керолл, Ю. Благов, О. Грішнова, С. Івченко, А. Костіна, Д. Смоленников, В. Шаповал, В. Якимець.

Тим не менше, проблема виявлення саме соціально-економічних ефектів від реалізації стратегії екологічної відповідальності на локальному рівні залишається мало розробленою в науковій літера-

турі. Також варто підкреслити, що розширена і всебічна оцінка ефективності екологічної відповідальності галузі, групи підприємств, або конкретного підприємства не може бути самостійно реалізована виключно зацікавленими сторонами, зважаючи на відсутність достатнього обсягу ресурсів, в першу чергу інформаційних і часових.

Постановка завдання. Метою дослідження, результати якого викладено в даній статті, є виявлення і прогнозування соціально-екологічних ефектів від реалізації екологічної відповідальності промисловими підприємствами на локальному рівні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Місцеві і регіональні особливості процесів соціального розвитку вимагають відповідних заходів адміністративного регулювання, спрямованих на створення відповідних умов для соціального розвитку населення. Основним напрямком розвитку сучасної регіональної стратегії розвитку є пріоритетність соціальних і екологічних потреб громад. Одночасно, ці потреби є основою для формування соціальних запитів щодо екологізації виробничої діяльності основних підприємств-забруднювачів довкілля [1, с. 123]. З огляду на це, екологічна відповідальність може стати ефективним інструментом у встановленні міжсекторального партнерства з приводу соціальних і екологічних потреб громад.

Однак, екологічна відповідальність сама по собі, без обґрунтованого впливу на соціум, набуває більшою мірою філософський, аніж практичний характер [2, с. 80]. В умовах промислового регіону, яким є Дніпропетровська область, промислові і, зокрема, металургійні підприємства, в процесі реалізації своєї господарської діяльності безперечно створюють необхідні передумови для соціально-економічного розвитку населення, але разом з цим чинять значний негативний вплив на стан довкілля, особливо на якість атмосферного повітря. Забруднення атмосферного повітря суттєво впливає на здоров'я населення, адже дихання – це основа життєдіяльності будь-якого організму. Забруднення повітря призводить до суттєвої зміни стану здоров'я та якості життя населення, сприяє появі генетичних порушень, росту онкологічних захворювань, а, отже, підвищення рівня смертності. Аналіз результатів досліджень НДІ екології людини та гігієни навколишнього середовища ім. О. М. Сисіна РАМН з визначення ролі окремих чинників у формуванні захворюваності населення засвідчив, що вплив забруднення атмосферного повітря на формування захворюваності населення з класу хвороб органів дихання може досягти 40 % в залежності від віку. Отже хвороби органів дихання залишаються найбільш розповсюдженою патологією в структурі захворюваності населення України [3, с. 39].

Рівень захворюваності населення в містах присутності досліджуваних промислових підприємств на хвороби органів дихання може виступати індикатором успішності реалізації їх екологічної відповідальності. Для проведення подальшого дослідження необхідно встановити щільність і характер такого зв'язку методами економіко-математичного моделювання.

Для всебічного аналізу та прогнозування перспектив розвитку як підприємств, так і територій, використовують економіко-математичні моделі, які різняться метою та принципами побудови, способом функціонування та ступенем агрегації показників. У сучасних умовах застосування економіко-математичних моделей з метою прогнозування складних статистичних сукупностей стає все більш актуаль-

ним. Таке прогнозування може бути точкою відліку роботи по управлінню регіональним розвитком у сфері охорони навколишнього середовища та екологізації промислової діяльності в межах регіону [4, с. 68]. На основі обґрунтованого прогнозу визначається мета розвитку, уточнюються програмні пріоритети господарського комплексу. Саме прогнозування дозволяє виявити основні тенденції динаміки показників підприємств в розрізі впливу рівня їх екологічної відповідальності на місцеву громаду.

В рамках даного дослідження було проведено кореляційно-регресійний аналіз залежності захворюваності населення в містах присутності досліджуваних промислових підприємств від рівня їх екологічної відповідальності, визначеної за методикою, наведеною в роботі [5]. Вихідні дані для аналізу наведено у таблиці 1. Під час дослідження було побудовано ряд моделей. З метою виявлення найкращого прогнозу для кожної з них було визначено основні параметри та оцінки. Порівняльний аналіз рівнянь регресії було проведено за значеннями скорегованого коефіцієнта детермінації R^2 , похибки прогнозу, стандартних похибок коефіцієнтів регресії, а також за значеннями суми квадратів залишків.

Таблиця 1
Вихідні дані для аналізу впливу рівня екологічної відповідальності промислового підприємства на рівень захворюваності органів дихання населення м. Дніпро

Роки	м. Дніпро	
	Захворюваність органів дихання (на 10 тис. населення)	Рівень ЕВ ПАТ «СВРАЗ ДМЗ»
2011	4136	0,046
2012	4012	0,274
2013	3985	0,294
2014	4057	0,440
2015	3872	0,387
2016	3974	0,614
2017	3651	0,650

Джерело: складено на основі джерел [5-7]

Моделювання залежності рівня захворюваності органів дихання мешканців м. Дніпро відносно рівня екологічної відповідальності ПАТ «СВРАЗ ДМЗ» набуло вигляд поліномів другого та третього ступеня. Оскільки зміни рівня екологічної відповідальності можуть мати відкладені в часі ефекти, моделювання проводилося з різними часовими інтервалами, а саме, без часового лага та лаговими показниками в 1 та 2 роки з метою визначення найбільш істотного впливу.

За результатами моделювання без часового лага, згідно проведеним дослідженням було отримано наступну модель залежності рівня захворюваності органів дихання населення м. Дніпро від рівня екологічної відповідальності ПАТ «ДМЗ»:

$$Y = -196340,5943 \cdot X^4 + 266874,7978 \cdot X^3 - 118220,7494 \cdot X^2 + 18186,01264 \cdot X + 3524,889004 \quad (1)$$

Коефіцієнти детермінації для отриманої поліноміальної залежності складає $R^2=0,97$ має рівень значущості $\alpha = 0,07$, що свідчить про надійність моделі. Зазвичай в економічних дослідженнях застосовують поліноми не вище третього порядку, інакше отримані залежності можуть відображати випадкові відхилення, що є небажаним для даного дослідження, тому було розглянуто наступні моделі зі застосуванням часового лагу.

Модель із часовим лагом в 1 рік має вигляд:

$$Y = -2053,176157 \cdot X^2 + 713,20748 \cdot X + 3983,436987 \quad (2)$$

Коефіцієнти детермінації для отриманої регресійної моделі $R^2=0,96$, рівень значущості $\alpha = 0,008$, отже надійність моделі $\gamma = 1 - \alpha = 0,992$. Таким чином, з ймовірністю похибки не більше 0,008 рівняння регресії має наведений вигляд. При цьому отримані рівні значущості параметрів моделі також свідчили про надійність визначених коефіцієнтів. Разом з цим, розрахункове значення критерію Фішера більше критичного, тому рівняння регресії статистично значимо і його можна використовувати для прогнозу. Графічна інтерпретація даної моделі наведена на рисунку 1.

Наступна модель із часовим лагом в 2 роки має вигляд:

$$Y = 178188,6837 \cdot X^3 - 136789,087 \cdot X^2 + 27975,68365 \cdot X - 2972,705084 \quad (3)$$

Коефіцієнти детермінації для отриманої регресійної моделі $R^2=0,9835$, має рівень значущості $\alpha = 0,16$, отже надійність моделі $\gamma = 1 - \alpha = 0,84$. Таким чином, з ймовірністю похибки не більше 0,16 рівняння регресії має наведений вигляд. Розрахункове значення критерію Фішера більше критичного.

Таким чином, побудовані моделі є адекватними і можуть бути використані для подальшого прогнозування рівня захворюваності населення м. Дніпро, в залежності від рівня екологічної відповідальності ПАТ «СВРАЗ ДМЗ». Враховуючи отримані результати, меті подальшого прогнозування найбільше відповідає модель із часовим лагом в 1 рік.

Разом з цим, під час проведеного дослідження були визначені найбільш економічно ефективні напрямки реалізації стратегії екологічної відповідальності промислових підприємств для чого було застосовано багатовимірний статистичний аналіз складових показників системи екологічної відповідальності (на прикладі ПАТ «СВРАЗ ДМЗ» м. Дніпро) за період 2011-2017 рр. Залежним параметром виступав таксономічний показник рівня екологічної відповідальності підприємства [5], а в якості факторних ознак моделі було обрано коефіцієнт відходоємності викидів в атмосферу (X_1), коефіцієнт відходоємності скидів у водні об'єкти (X_2), коефіцієнт відходоємності відходів (X_3), інтегральний показник екологічної ініціативи (X_4), розрахований за методикою, наведеною в роботі [8] та

частка капітальних інвестицій в природоохоронні заходи в загальному обсязі витрат на охорону НПС (X_5) (таблиця 2).

У результаті математичного моделювання було побудовано багатовимірну лінійну математичну модель та проведено аналіз її якості. Отже, на основі проведених розрахунків рівняння багатовимірної лінійної регресії має наступний вигляд:

$$Y = 0,386421026 - 0,072846312 \cdot X_1 + 0,165862379 \cdot X_2 + 0,260872157 \cdot X_3 + 0,054315964 \cdot X_4 - 0,151303776 \cdot X_5 \quad (4)$$

Коефіцієнт детермінації для отриманої регресійної моделі $R^2=0,99$ має рівень значущості $\alpha = 0,00088$, отже надійність моделі $\gamma = 1 - \alpha = 0,99$. Таким чином, з ймовірністю похибки не більше 0,00088 рівняння регресії має вигляд (4). При цьому рівень значущості кожного параметра моделі свідчить про надійність визначених коефіцієнтів.

Коефіцієнт детермінації більше 0,5, отже в математичну модель багатовимірної регресії немає необхідності включати більш істотні фактори. Розрахункове значення критерію Фішера більше критичного, тому рівняння регресії статистично значимо і його можна використовувати для прогнозу.

Згідно із наведеним точковим прогнозом, середнє значення таксономічного показника рівня екологічної

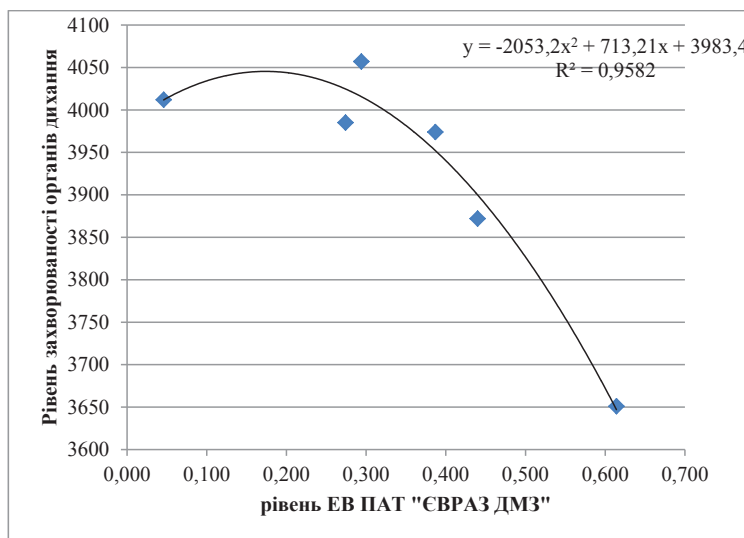


Рис. 1. Залежність рівня захворюваності органів дихання населення м. Дніпро від рівня екологічної відповідальності ПАТ «СВРАЗ ДМЗ» (часовий лаг 1 рік)

Джерело: побудовано автором

Таблиця 2

Розраховане значення рівня екологічної відповідальності ПАТ «СВРАЗ ДМЗ» і прогноз

Роки	Таксономічний показник екологічної відповідальності (Y)	X1	X2	X3	X4	X5	Розрахов. таксономічний показник екологічної відповідальності (Yрозрах)
2011	0,045865	-0,16306	-1,55714	-1,13461	0,364516	-1,20286	0,045834
2012	0,274155	-0,0742	-0,96738	-0,9272	1,254880	-1,4312	0,274199
2013	0,293945	-1,89368	-0,4987	-0,75023	0,315914	-0,20387	0,293943
2014	0,439960	-0,2856	0,511895	0,092558	-1,01915	0,13863	0,439943
2015	0,386910	1,288863	0,705280	0,168833	1,067440	0,82365	0,386912
2016	0,614156	0,523453	0,889532	1,269811	-1,14536	0,99491	0,614342
2017	0,649952	0,604240	0,916528	1,280854	-0,83822	0,88074	0,64977
прогноз	-	0,604240	0,99	1,2808	-0,83822	0,88074	0,66195

Джерело: розраховано автором

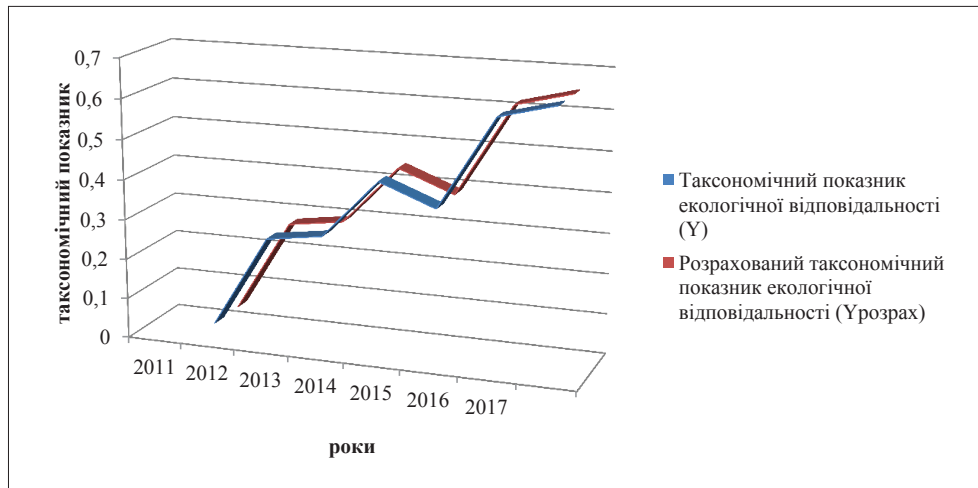


Рис. 2. Графічна візуалізація фактичного та розрахованого за моделлю (4) таксономічного показника рівня екологічної відповідальності ПАТ «ЄВРАЗ ДМЗ» за період 2011-2017 рр.

Джерело: побудовано автором

відповідальності ПАТ «ЄВРАЗ ДМЗ» Y при збільшенні коефіцієнту відходоємності скидів у водні об'єкти X_2 до значення $X_2=0,99$ теж збільшиться до значення $Y_{\text{розрах}} = 0,661958392$ (докладніше в таблиці 2).

В якості графічної візуалізації отриманого результату на рисунку 2 представлено графіки фактичного та розрахованого за моделлю таксономічного показника рівня екологічної відповідальності ПАТ «ЄВРАЗ ДМЗ» за період 2011-2017 рр.

Таким чином, побудована модель є адекватною і може бути використана для подальшого прогнозування рівня екологічної відповідальності зазначеного промислового підприємства, що створює відповідне підґрунтя для регулювання та управління системою його екологічної відповідальності.

Висновки з проведеного дослідження. Встановлено, що вищий рівень екологічної відповідальності спричиняє більший вплив на зниження рівня захворюваності органів дихання населення в містах присутності досліджуваних промислових підприємств. Найявніші тісні кореляційні зв'язки між досліджуваним рівнем захворюваності органів дихання і рівнем екологічної відповідальності промислових підприємств свідчать про те, що інструмент екологічної відповідальності може бути застосований при стратегічному плануванні соціального і екологічного розвитку місцевостей і регіонів. Економічна доцільність реалізації різних напрямків екологічної відповідальності промислових підприємств може бути обґрунтована в результаті застосування регресійних моделей. Так, встановлено, що для ПАТ «ЄВРАЗ ДМЗ» найбільший вплив на зміну рівня екологічної відповідальності чинять: зміна частки капітальних інвестицій в загальному обсязі витрат на охорону навколишнього природного середовища, зміна коефіцієнту відходоємності відходів, зміна коефіцієнту відходоємності за скидами в водні об'єкти. Ці факти мають бути враховані при подальшій розробці стратегії реалізації екологічної відповідальності як досліджуваного підприємства, так і регіону його присутності.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

- Shapoval V. Ecologic Component of Social Responsibility of Business (Experience of Poland and Ukraine) / V. Shapoval, A. Ashcheulova // Єдина Європа: перспективи розвитку : Монографія = United Europe: prospects of development: Monograph / Національний гірничий університет, Дніпропетровськ; Вища банківська школа, Вроцлав; наук. ред. О.І. Амоша. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2010. – 254 с.
- Смоленніков Д. О. Науково-методичний підхід до оцінки соціально-екологічної відповідальності підприємств теплоенергетики / Д. О. Смоленніков // Причорноморські економічні студії. – Одеса, 2016. – № 12-2. – С. 79–84.
- Федорченко Р. А. Гігієнічна оцінка та профілактика впливу атмосферних забруднень на населення у мегаполісі металургійної галузі : дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 – Гігієна та професійна патологія / Р. А. Федорченко ; Запорізький державний медичний університет. – Запоріжжя, 2016. – 188 с.
- Прокопенко О.В. Соціально-економічна мотивація екологізації інноваційної діяльності: [монографія] / О.В. Прокопенко. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 395 с.
- Белобородова М. В. Оцінювання рівня екологічної відповідальності промислових підприємств [Електронний ресурс] / М. В. Белобородова // Інфраструктура ринку. – 2018. – № 17. – Режим доступу: <http://www.market-infr.od.ua/uk/17-2018>
- Екологічний паспорт м. Дніпро за 2016 рік. Департамент транспорту та охорони навколишнього середовища Дніпропетровської міської ради. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dniprorada.gov.ua/-/upload/editor/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82.PDF>
- Порівняльні дані про розповсюдженість хвороб органів дихання і медичну допомогу хворим на хвороби пухль монологічного та алергологічного профілю в Україні за 2010-2016 рр. Національна академія медичних наук України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ifp.kiev.ua/-doc/staff/pulmukr2016.pdf>
- Белобородова М.В. Удосконалення методики визначення рівня екологічної ініціативи промислових підприємств / Белобородова М.В. // Інноваційна економіка: науково-виробничий журнал, випуск 9-10'2016 (65) // гол. ред. Стельмашук А.М. – Тернопіль: СМП «ТАЙП», 2016. – С. 119-123.