

УДК: 311:339.137  
JEL Classification: C 15, C81, E01  
doi: 10.31767/nasoa.3-2020.03

**О. С. ЧЕРЕНКЕВИЧ,**  
аспірантка,  
Донецький національний університет  
імені Василя Стуса,  
e-mail: cherenkevych92.92@gmail.com,  
ORCID: 0000-0002-2319-0658

## Перспективні оцінки забруднення навколишнього середовища України

Наведено результати статистичного моделювання та прогнозування показників забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів та утворення небезпечних відходів в Україні в залежності від основних факторів впливу: ВВП, кількості впроваджених ресурсозберігаючих технологій, енергоємності ВВП, поточних витрат на охорону навколишнього природного середовища. Отримані розрахунки показують, що викиди забруднюючих речовин і діоксиду вуглецю в атмосферне повітря, обсяги забруднених вод, забруднення небезпечними відходами при збереженні сформованих закономірностей і тенденцій розвитку факторів екологічної безпеки значно зменшаться до 2022 року. Узагальнено напрями вдосконалення системи регулювання природоохоронної діяльності, що дозволить підвищити збалансованість еколого-економічного розвитку України.

**Ключові слова:** забруднення навколишнього середовища, статистичне моделювання та прогнозування, екологічна політика, природоохоронні заходи.

**O. CHERENKEVYCH,**  
Graduate Student,  
Vasyl` Stus Donetsk National University

## Projections of Environmental Pollution in Ukraine

The balanced environmentally sustainable economic development of Ukraine can be achieved by increasing the efficiency of the nature protection efforts, which requires the improved methods for assessment, modeling and forecasting of environmental performance and environmental pollution indicators. The article's objective is to make a statistical forecasting of environmental pollution indicators in Ukraine, to outline the areas of nature protection work in this country. Air pollution, water pollution and hazardous wastes in Ukraine are forecasted considering the main factors of influence, selected with reference to the Strategy of the State Environmental Policy of Ukraine: GDP, the number of implemented resource-saving technologies, energy intensity of GDP, current spending on environmental protection. The project estimates for air pollution, water pollution and hazardous wastes were derived by use of regression models and factors projection. Results of the forecasting show that the emission of pollutants and carbon dioxide in the air, water pollution and pollution with hazardous wastes will be significantly reduced by 2022 if the current trends and patterns of development remain unchanged. Results of the forecasting confirm the need to introduce a series of measures concerned with waste treatment, air pollution and water pollution, to improve the regulatory system in nature protection activities in Ukraine.

**Keywords:** efficiency, ecological policy, nature protection measures, environmental pollution, statistical modeling.

**Постановка проблеми.** У 2018 році за рівнем екологічної ефективності (Environmental Performance Index) Україна посідала 109 місце серед 180 країн, що є відображенням масштабу викликів для України [1]. Процеси глобалізації та суспільних

трансформацій підвищили пріоритетність екологічної проблематики, яка спрямована на забезпечення стабільного розвитку економіки країни з дотриманням екологічно прийнятних норм і стандартів, тобто еколого-економічна збалансованість виступає фактором екологічної безпеки на макрорівні.

В цьому контексті підвищення ефективності природоохоронної діяльності передбачає вдосконалення методів оцінювання, моделювання та прогнозування показників екологічного стану та забруднення середовища, що залишається одним із першочергових завдань, оскільки від його успішного вирішення значною мірою залежить здатність економіки України до сталого розвитку.

Оскільки рівні більшості екологічних показників у цілому та показників забруднення зокрема швидко змінюються, для ефективного управління ними на практиці важливо мати їх прогнозні оцінки. Отже, виникає необхідність їх моделювання та прогнозування, передусім за допомогою статистичних методів.

Система прогнозування показників екологічного забруднення призначена для встановлення об'єктивної картини ризику певного типу забруднення, що дозволить оцінити величину грошових коштів, потрібних для попередження екологічної катастрофи в перспективі. Це обумовлює необхідність у прогнозуванні обсягів забруднення за основними напрямками (забруднення атмосфери, водних ресурсів та утворення небезпечних відходів) для вирішення групи завдань щодо управління екологічними ризиками на практиці, що визначає актуальність цього дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сутність та основні підходи до оцінювання показників екологічного стану та забруднення досліджувались у роботах багатьох вітчизняних вчених: М. М. Петрушенко, В. І. Карамушки, Т. В. Кобилінської, Л. В. Слісєвої, О. В. Харламова, М. І. Хилько, С. В. Хлобистова, Л. С. Шелудченко, В. М. Шмандія, Л. Д. Яценко та інших.

Так, для моделювання тенденцій і взаємозв'язків між показниками екологічного стану Т. Кобилінська пропонує виконувати статистичне оцінювання та прогнозування впливу окремих факторів на обсяги викидів забруднювачів (парникових газів і твердих частинок) за допомогою методів лінійної регресії та ланцюгових підстановок [2].

Водночас український дослідник питань екологічної безпеки М. Хилько наголошує на необхідності використання експертних методів оцінювання для аналізу і прогнозування екологічних ризиків, які ґрунтуються на результатах стратегічної екологічної оцінки, державної екологічної експертизи, а також державного моніторингу навколишнього природного середовища [3, с. 37]. Крім того, науковець підкреслює важливість урахування певних обмежень прогнозування, які пов'язані з відсутністю достатньо репрезентативних даних спостережень щодо реальної екологічної ситуації, а також з обмеженістю використання імітаційних математичних моделей для відображення процесів зміни навколишнього середовища [3, с. 59].

Проблему формування системи показників екологічного стану та їх моделювання досить детально розглядають Ю. Ночовна, Н. Самбурська та Т. Радевич. Вони зосереджують увагу на дослідженні екологічного стану на мікрорівні та наголошують на необхідності аналізу внутрішніх і зовнішніх факторів екологічної безпеки підприємства, які є вирішальними в цьому контексті. Науковці пропонують здійснювати прогнозування показників екобезпеки підприємства з урахуванням впливу економічних, екологічних та організаційних факторів, що дозволяє визначити рівень екологічної шкоди для конкретного підприємства [4, с. 185].

Л. Яценко пропонує в першу чергу розробляти цільові прогнози на макрорівні з формуванням конкретних кількісних критеріїв для показників екологічного стану з метою формування відповідних заходів управління [5].

На наш погляд, зазначений підхід має доповнюватись прогнозними оцінками на основі аналізу та моделювання тенденцій розвитку, адже саме порівняння цільових і пошукових прогнозів відображає так званий “коридор управління”, тобто відстань між бажаними та найбільш вірогідними оцінками стану, що, в свою чергу, є основою для формування напрямів природоохоронних заходів та обсягів їх фінансування.

В цьому контексті проблема статистичного прогнозування залишається відкритою для наукової дискусії та потребує подальших досліджень, що зумовило вибір теми та мети роботи.

**Метою** дослідження є статистичне прогнозування показників забруднення навколишнього середовища в Україні для визначення напрямів удосконалення управління природоохоронною діяльністю.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України розроблено Стратегію Державної екологічної політики України на період до 2030 року (чинну з 1 січня 2020 року), якою передбачено реалізацію процесів охорони навколишнього середовища як основного фактора забезпечення сталого розвитку, а також значні трансформації системи фінансування природоохоронних заходів [6].

У зв'язку з цим особливої важливості набуває статистичний аналіз і прогнозування екологічних показників, який можна визначити як процес отримання, оброблення і систематизації інформації, потрібної для попередження негативного впливу на екологічні системи та здоров'я людини. Такий процес включає вибір і прогнозування факторів забруднення середовища, виявлення та моделювання залежностей між факторами та обсягами забруднення, а також дослідження можливостей вдосконалення управління природоохоронною діяльністю.

Відповідно до цього в роботі здійснено прогнозування показників забруднення України до 2022 р. на основі багатфакторних регресійних моделей та прогнозних оцінок факторів за допомогою наведеного нижче алгоритму:

1. Вибір факторів впливу на забруднення середовища.

В якості таких факторів обрано ВВП, кількість впроваджених ресурсозберігаючих технологій, енергоємність ВВП, поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища, оскільки в Стратегії державної екологічної політики України вони визначені як ключові фактори впливу на забруднення навколишнього середовища [6].

2. Розрахунок парних коефіцієнтів кореляції для вибору основних факторів моделі для кожного виду забруднення.

3. Побудова регресійних моделей залежності та вибір оптимальної моделі для прогнозування.

3. Отримання прогнозних оцінок обсягів забруднення атмосфери, водних ресурсів та утворення небезпечних відходів на основі регресійних моделей та прогнозних оцінок факторів.

Слід зазначити, що моделювання і прогнозування такого складного показника, як ВВП, можливо за допомогою авторегресійних моделей. Авторегресійним називається процес, при якому значення рівнів ряду ( $y_t$ ) знаходяться в лінійній залежності від попередніх значень. Авторегресійні залежності можуть бути представлені як парними, так і множинними моделями. Автокореляція означає залежність між рівнями ряду динаміки. Найчастіше для моделювання автокореляційної залежності використовують порівняно прості залежності (лінійні, степеневі, логарифмічні), рідше – гіперболічні.

Оцінювання параметрів рівняння здійснюється на основі методу найменших квадратів (МНК), статистична достовірність перевіряється за допомогою F-критерію, достовірність коефіцієнта кореляції – за допомогою критерію Стьюдента, статистична точність моделі оцінюється за допомогою відносної помилки апроксимації.

Поряд із простими авторегресійними моделями можуть використовуватися так звані ARIMA-моделі (модель Бокса – Дженкінса і модель ОЛІМП), які враховують не тільки автокореляційну складову, а й ковзну середню (випадкову складову).

В якості найкращої моделі для прогнозування ВВП було обрано модель Бокса – Дженкінса ( $R^2 = 0,98$ , F-критерій = 292,6). Для прогнозування взято дані Держстату України за період 2010–2019 рр. у фактичних цінах [7].

У табл. 1 надано прогнозні оцінки показника ВВП України до 2022 р.

Таблиця 1

**Прогноз вартості ВВП в Україні до 2022 р.**

Роки	ВВП, млрд грн	Нижня межа	Верхня межа
2020	4349,5	4171,6	4527,4
2021	4724,7	4544,3	4905,2
2022	5100,1	4919,3	5281,0

Джерело: розраховано автором

Як показують дані табл. 1, за умови збереження тенденції розвитку показника та незмінності інших факторів впливу величина ВВП в Україні до 2022 р. збільшиться в поточних цінах на 1125,5 млрд грн, або на 28,3%, і складе 5100,1 млрд грн з можливим відхиленням у 180,9 млрд грн.

Наведені оцінки не враховують кризову ситуацію в 2020 році, зумовлену пандемією COVID-19, але Світовий банк прогнозує для України зростання ВВП на 7% в 2021 році, що дозволяє стверджувати про достатню їх точність [8].

Крім того, в роботі здійснено прогноз енергоємності ВВП (кінцеве енергоспоживання) як одного з факторів впливу на екологічну безпеку. Адже зниження енергоємності економіки, а також диверсифікація джерел і шляхів постачання енергоресурсів сприятимуть підвищенню економічної, енергетичної та екологічної безпеки, що призведе до оптимізації енергетичного балансу та дозволить створити міцне підґрунтя для сталого енергетичного майбутнього країни, як зазначається в Новій енергетичній стратегії України [9].

Для моделювання показника енергоємності ВВП обрано експоненційну модель, яка є найкращою за формальними критеріями апроксимації ( $R^2 = 0,973$ ,  $\xi_{\text{відн}} = 1,7\%$ ). Отримана модель побудована в VPstat, результати моделювання надано в табл. 2.

*Таблиця 2*

**Прогноз енергоємності ВВП (кінцеве споживання)  
в Україні до 2022 р.**

Роки	Енергоємність ВВП, т н.е./тис. міжнар. дол.	Нижня межа	Верхня межа
2020	0,1347	0,0982	0,1711
2021	0,1291	0,0925	0,1657
2022	0,1237	0,0871	0,1604

*Джерело:* розраховано автором

Отримані перспективні оцінки показують, що за умови збереження тенденції розвитку і незмінності інших факторів впливу величина енергоємності ВВП України до 2022 р. знизиться на 22,3 кг н.е./тис. міжнародних доларів і складе 0,1237 т н.е./тис. міжнародних доларів з можливим відхиленням у 0,0366 т н.е./тис. міжнародних доларів.

В цьому контексті слід зазначити, що енергоємність ВВП (загальне постачання первинної енергії) виступає одним із ключових показників ефективності Нової енергетичної стратегії України до 2035 року [9]. Так, цільовими значеннями показника є 0,20 та 0,18 т н.е./тис. міжнародних доларів, відповідно, у 2020 та 2025 рр. При цьому енергоємність кінцевого споживання в середньому на 70% нижче, тобто її прогнозоване значення складає 0,12 та 0,11 т н.е./тис. міжнародних доларів відповідно, що підтверджує достатню точність прогнозу.

За рахунок зниження енергоємності ВВП країни, скорочення обсягів загального постачання первинної енергії, а також за умови часткового виведення з експлуатації ТЕС може бути вирішена проблема декарбонізації та зменшення викидів забруднюючих речовин, як зазначається в Новій енергетичній стратегії України [9].

Всі згадані вище заходи, звісно, потребують значних обсягів фінансування, що передбачає збільшення поточних витрат і капітальних інвестицій. Оскільки в роботі виявлено слабкий зв'язок між показниками капітальних інвестицій та обсягами забруднення, то в якості фактора впливу обрано обсяг поточних витрат на охорону навколишнього природного середовища.

Для моделювання та прогнозування показника обрано модель Бокса – Дженкінса, яка є найкращою за формальними критеріями апроксимації ( $R^2 = 0,918$ ,  $\xi_{\text{відн}} = 5,7\%$ ), а результати прогнозування надано в табл. 3.

Як видно з табл. 3, за умови збереження інерційності розвитку та незмінності впливу інших факторів поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища

України до 2022 р. підвищаться на 5166,3 млн грн (на 20%) і складуть 30943,33 млн грн з можливим відхиленням у 1871,8 млн грн.

Таблиця 3

**Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища в Україні до 2022 р.**

Роки	Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища, млн грн	Нижня межа	Верхня межа
2020	27507,52	25636,65	29378,40
2021	29225,21	27353,42	31097,00
2022	30943,33	29071,54	32815,13

Джерело: розраховано автором

Як видно, поточні витрати державного бюджету на охорону навколишнього природного середовища України прогнозовано збільшуються, хоча на практиці це не призводить до помітних якісних покращень екологічної безпеки. Це може бути пов'язано з нецільовим використанням, тінювим вимиванням коштів з цієї сфери або їх витрачанням на формальні цілі, що буде відображено тільки документально без реалізації на практиці.

У зв'язку з цим варто погодитись з українським дослідником питань екологічної безпеки М.І. Хилько, який підкреслює необхідність зміцнення бюджетних і позабюджетних екологічних фондів в Україні, ефективного контролю за надходженнями і видатками коштів, цільовим та високоефективним їх використанням [3, с. 49].

Ефективність використання коштів передбачає їх залучення з метою масштабного впровадження ресурсозберігаючих технологій, які повинні бути ключовим стимулятором еколого-економічного розвитку та екологічної безпеки. В роботі здійснено прогноз кількості впроваджених ресурсозберігаючих технологій як фактора впливу на рівень забруднення. Для моделювання та прогнозування показника обрано модель ОЛМІП, яка є найкращою за формальними критеріями апроксимації ( $R^2 = 0,610$ ,  $\xi_{\text{відн}} = 16,6\%$ ), результати прогнозування надано в табл. 4.

Таблиця 4

**Прогноз кількості впроваджених ресурсозберігаючих технологій в Україні до 2022 р.**

Роки	Кількість впроваджених ресурсозберігаючих технологій, од.	Нижня межа	Верхня межа
2020	1338	1147	1530
2021	1646	1454	1838
2022	2171	1979	2364

Джерело: розраховано автором

Як показують дані табл. 4, за умови збереження поточної висхідної тенденції показника впровадження ресурсозберігаючих технологій в Україні, до 2022 р. їх кількість зросте на 1149 од. і складе 2171 од. з можливим відхиленням у 192 од., що має стати потужним фактором зниження рівня забруднення середовища.

В ідеалі масове впровадження ресурсозберігаючих технологій має відбуватись в рамках екологізації виробництва як процесу заміни відкритої системи існуючих технологій замкнутим циклом природокористування, що взагалі зумовлене необхідністю вибору технологічного майбутнього на принципах гуманізму та біосферосумісності [3, с. 169]. Зважаючи на вказані принципи положення та отримані перспективні оцінки факторів забруднення, в роботі розраховано прогнозні оцінки забруднення атмосфери, водних ресурсів та утворення небезпечних відходів на основі регресійних моделей їх залежності від факторів впливу.

Так, для вибору факторів і побудови багатофакторної кореляційно-регресійної моделі залежності викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне

повітря від ВВП ( $X_1$ ), енергоємності ВВП ( $X_2$ ), поточних витрат на охорону навколишнього природного середовища ( $X_3$ ), кількості впроваджених нових ресурсозберігаючих технологій ( $X_4$ ) на основі статистичних даних за 2010–2019 рр. розраховано парні коефіцієнти кореляції. Всі фактори мають значний зв'язок з викидами забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря, причому серед них тільки енергоємність має прямий зв'язок з результативною ознакою, що логічно зумовлено збільшенням викидів при зростанні використання енергії на одиницю виробленої продукції.

Для вибору оптимальної моделі для прогнозування в роботі апробовано лінійну, степеневу, логарифмічну кореляційно-регресійні моделі залежності, формальні критерії апроксимації яких наведено у табл. 5.

*Таблиця 5*

**Формальні критерії апроксимації кореляційно-регресійної моделі обсягів викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря**

Модель	Множинний коефіцієнт кореляції	Множинний коефіцієнт детермінації	Критерій Фішера	Відносна помилка апроксимації, %
Лінійна	0,983	0,966	35,86	3,359
Степенева	0,989	0,979	58,13	2,494
Логарифмічна	0,990	0,980	60,36	2,487

*Джерело:* розраховано автором

Найкращою за формальними критеріями апроксимації є логарифмічна залежність, функція якої має вигляд:

$$\hat{y}_x = -9792,3 - 1326,6 \ln x_1 + 17116,6 \ln x_2 + 6625,1 \ln x_3 - 1362,6 \ln x_4$$

Отримані результати прогнозування факторів екологічної безпеки використано для розрахунку прогнозних оцінок забруднення навколишнього середовища. На основі підстановки перспективних оцінок факторів у логарифмічну кореляційно-регресійну модель отримано прогноз викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря (табл. 6). Довірчий інтервал прогнозу розраховано на основі стандартної похибки та табличного критерію Стьюдента (з імовірністю 95%).

*Таблиця 6*

**Прогноз викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря до 2022 р.**

Роки	Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря, тис. т	Нижня межа	Верхня межа
2020	2693,4	2091,6	3295,1
2021	1975,8	1374,1	2577,5
2022	1144,2	542,5	1745,9

*Джерело:* розраховано автором

Як показують дані табл. 6, викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря при збереженні сформованих закономірностей і тенденцій розвитку факторів екологічної безпеки знизяться до 2022 р. до 1144,2 тис. т з імовірним відхиленням майже в 601,7 тис. т. Однак слід зауважити, що таке зниження повинно відбуватись за рахунок і на тлі економічного розвитку, тобто за умови збалансованості еколого-економічного розвитку, а не внаслідок потенційного скорочення виробництва.

Аналогічно отримано прогнозні оцінки забруднення водних ресурсів. На першому етапі обрано фактори впливу для обсягу забруднених вод. Розрахунок виконано за

даними 2010–2019 рр. Кількість впроваджених нових ресурсозберігаючих технологій має слабкий обернений зв'язок з обсягом забруднених вод (-0,464), тому цей фактор з моделі вилучаємо. Інші фактори мають достатньо сильний зв'язок, що дає змогу включити їх у кореляційно-регресійну модель. Вибір оптимальної моделі залежності здійснено за формальними критеріями апроксимації, наведеними у табл. 7.

Таблиця 7

**Формальні критерії апроксимації  
кореляційно-регресійної моделі обсягів забруднених вод**

Модель	Множинний коефіцієнт кореляції	Множинний коефіцієнт детермінації	Критерій Фішера	Відносна помилка апроксимації, %
Лінійна	0,901	0,812	8,65	10,8
Степенева	0,880	0,775	6,90	10,8
Логарифмічна	0,898	0,807	8,36	11,7

Джерело: розраховано автором

Отже, для моделювання та прогнозування обсягів забруднених вод обрано лінійну модель, яка має такий вигляд

$$y_x = -4010,5 + 0,0269x_1 + 25655,7x_2 + 0,0436x_3$$

Параметри моделі свідчать, що при комплексному впливі факторів при збільшенні ВВП на 1 млрд грн обсяг забруднених вод збільшується на 26,9 тис. куб. м, а зростання енергоємності ВВП на 1 т н.е./тис. міжнародних доларів призводить до збільшення обсягів забруднених вод на 25655,7 млн куб. м. При збільшенні поточних витрат на охорону навколишнього природного середовища на 1 млн грн обсяг забруднених вод збільшується на 43,6 тис. куб. м. Тобто це свідчить про неефективність використання поточних витрат, що підтверджується незначним впливом кількості впроваджених нових ресурсозберігаючих технологій на скорочення обсягу забруднених вод. Іншими словами, збільшення поточних витрат тільки продовжує строк дії застарілих технологій та комунікацій, які є екологічно небезпечними.

Враховуючи комплексну дію зазначених факторів та їх прогнозні оцінки, в роботі здійснено прогноз обсягів забруднених вод за розрахованою лінійною моделлю (табл. 8).

Таблиця 8

**Прогноз обсягів забруднених водних об'єктів до 2022 р.**

Роки	Обсяги забруднених вод, млн куб. м	Нижня межа	Верхня межа
2020	774,6	255,4	1293,7
2021	716,9	197,8	1236,1
2022	664,5	145,4	1183,6

Джерело: розраховано автором

Як свідчать дані табл. 8, обсяги забруднених вод при збереженні сформованих закономірностей і тенденцій розвитку факторів екологічної безпеки знизяться до 2022 р. до 664,5 млн куб. м з імовірним відхиленням майже в 519 млн куб. м, переважно завдяки поступовому зниженню енергоємності ВВП.

Відповідно до запропонованого підходу також виконано прогноз обсягів утворених відходів I–III класу небезпеки, для чого обрано фактори впливу на основі парних коефіцієнтів кореляції. Через низький вплив кількості впроваджених ресурсозберігаючих технологій (-0,479) цей фактор з моделі вилучаємо. Інші фактори мають помітний зв'язок з обсягом утворених відходів I–III класу небезпеки. Формальні критерії апроксимації для вибору оптимальної моделі для прогнозування надано у табл. 9.

Таблиця 9

**Формальні критерії апроксимації кореляційно-регресійної моделі залежності  
обсягів утворених відходів І–ІІІ класу небезпеки**

Модель	Множинний коефіцієнт кореляції	Множинний коефіцієнт детермінації	Критерій Фішера	Відносна помилка апроксимації, %
Лінійна	0,981	0,963	52,19	8,4
Степенева	0,988	0,977	83,73	5,6
Логарифмічна	0,980	0,959	47,29	8,1

*Джерело:* розраховано автором

Серед розрахованих моделей оптимальною за формальними критеріями апроксимації є степенева модель, яка має вигляд:

$$\hat{y}_x = 480011,2x_1^{1,06} \cdot x_2^{5,55} \cdot x_3^{-0,47}$$

Параметри моделі свідчать, що при комплексному впливі факторів при зростанні ВВП на 1% обсяг утворених відходів І–ІІІ класу небезпеки збільшується на 1,06%, при зростанні енергоємності ВВП на 1% він збільшується на 5,55%, а при зростанні поточних витрат на охорону навколишнього природного середовища на 1% обсяг утворених відходів І–ІІІ класу небезпеки зменшується на 0,47%. Розраховані на основі моделі прогностні оцінки обсягів утворених відходів І–ІІІ класу небезпеки наведено у табл. 10.

Таблиця 10

**Прогноз обсягів утворених відходів І–ІІІ класу небезпеки до 2022 р.**

Роки	Обсяги утворених відходів І–ІІІ класу небезпеки, тис. т	Нижня межа	Верхня межа
2020	417,7	213,4	621,9
2021	350,2	146,0	554,5
2022	291,8	87,5	496,0

*Джерело:* розраховано автором

Як показують дані табл. 10, утворення небезпечних відходів при збереженні сформованих закономірностей і тенденцій розвитку факторів екологічної безпеки знизиться до 2022 р. до 291,8 тис. т з імовірним відхиленням у 204 тис. т. Досягнення верхньої або нижньої межі прогнозів пов'язано з реалізацією напрямів забезпечення екологічної безпеки.

Наведені розрахунки підтверджують необхідність впровадження таких напрямів удосконалення системи регулювання природоохоронної діяльності в Україні [10]:

Сфера поводження з відходами:

- удосконалення формування тарифів через децентралізацію повноважень щодо встановлення тарифів та налагодження двосторонньої вигоди з позиції “підприємець-громада” на рівні України, враховуючи становище в кожній області;
- використання сучасних технологій в утилізації відходів, оскільки наразі Україна має надто низький рівень їх перероблення і утилізації та високий рівень захоронення на полігонах;
- проведення реформи щодо збирання, оброблення, утилізації відходів, надання всіх відповідних статистичних даних, наближення до стандартів ЄС у сфері статистики шляхом впровадження електронної інформаційної системи моніторингу сфери поводження з відходами, оскільки відсутність механізмів контролю за достовірністю заповнення форм звітності призводить до дезінформації.

Сфера забруднення атмосферного повітря:

- запровадження на загальнодержавному рівні статті видатків на матеріально-технічне оснащення для повного та якісного виконання імplementованих Україною положень у сфері реалізації екологічної політики;
- забезпечення на загальнодержавному рівні системи здійснення екологічного контролю;
- створення системи моніторингу якості атмосферного повітря з елементами міжнародного моніторингу.

Сфера забруднення вод:

- реформування моніторингу водних ресурсів відповідно до Водної рамкової директиви ЄС;
- зменшення скидів відходів у водні ресурси шляхом заохочення підприємств та відповідного фінансування;
- створення сучасної системи моніторингу водних об'єктів та забезпечення доступу до інформації щодо якості води та санітарного стану водних об'єктів.

**Висновки.** Проведене статистичне моделювання та прогнозування дало змогу визначити взаємозв'язки між показниками забруднення навколишнього середовища та їх факторами (ВВП, кількість впроваджених ресурсозберігаючих технологій, енергоємністю ВВП, поточними витратами на охорону навколишнього природного середовища). Згідно з результатами прогнозу викиди забруднюючих речовин і діоксиду вуглецю в атмосферне повітря, обсяги забруднених вод, забруднення небезпечними відходами при збереженні сформованих закономірностей і тенденцій розвитку факторів екологічної безпеки значно зменшаться до 2022 року. Результати авторських розрахунків підтверджують необхідність впровадження низки напрямів з удосконалення системи регулювання природоохоронної діяльності в Україні.

#### Список використаних джерел

1. Environmental Performance Index. URL: <https://epi.yale.edu/epi-country-report/UKR>
2. Кобилянська Т. В. Статистичне прогнозування обсягів викидів окремих видів забруднюючих речовин від сільськогосподарських підприємств Житомирського регіону // Бізнес Інформ. 2018. № 6. С. 39–47.
3. Хилько М. І. Екологізація політики. К.: ВАДЕКС, 2014. 344 с.
4. Радевич, Т. В., Ночовна Ю.О., Самбурська Н.І. Моделювання інтегрального показника загального рівня екологічної безпеки підприємства // Економічний аналіз: зб. наук. праць. 2017. Том 27. № 2. С. 182–191. ISSN 1993-0259.
5. Яценко Л. Д. Екологічний складник національної безпеки: основні показники та способи їх досягнення: аналіт. доп. К.: НІСД, 2014. 52 с.
6. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>
7. Державна служба статистики України. Економічна статистика / Навколишнє природне середовище. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
8. Світовий банк. URL: <https://tradingeconomics.com/ukraine/forecast>
9. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>
10. Калетнік Г. М., Лутковська С. М. Структура фінансування та моніторингу заходів забезпечення екологічної безпеки // Агросвіт. 2020. № 9. С. 10–19.

#### References

1. Environmental Performance Index. Retrieved from <https://epi.yale.edu/epi-country-report/UKR>
2. Kobylinska T. V. (2018). Statystyczne prognozowanie obsiahiv vykydiv okremykh vydiv zabrudniuiuchykh rehovyn vid silskohospodarskykh pidpryemstv Zhytomyrskoho regionu [Statistical forecasting of emissions of certain types of pollutants from agricultural enterprises of Zhytomyr region]. *Biznes Inform – Business Inform*, 6, 39–47 [in Ukrainian].
3. Khylyko M. I. (2014). *Ekolohizatsiia polityky* [Greening the policy]. Kyiv: VADEKS [in Ukrainian].

4. Radevych T. V. Nochovna, Yu. O., and Samburska, N. I. (2017). Modeliuvannia integralnogo pokaznyka zagalnogo rivnia ekolohichnoi bezpeky pidpryemstva [Modeling of the inventory indicator of the overall level of environmental safety of the enterprise]. *Ekonomichnyi analiz: zbirnyk naukovykh prats – Economic analysis: collection of scientific works*, vol. 27, issue 2, 182–191 [in Ukrainian].
5. Yatsenko L. D. (2014). *Ekolohichni skladnyk natsionalnoi bezpeky: osnovni pokaznyky ta sposoby yikh dosiahnennia* [The environmental component of the national security: main indicators and ways to achieve them]. Kyiv: NISD [in Ukrainian].
6. Pro Osnovni zasady (stratehiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku: Zakon Ukrainy vid 28.02.2019 No 2697-VIII [On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine until 2030: Law of Ukraine from 28.02.2019 No 2697-VIII]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> [in Ukrainian].
7. Derzhavna sluzhba statystryky Ukrainy. *Ekonomichna statystryka / Navkolyshnie pryrodnie seredovyshe* [State Statistics Service of Ukraine. Economic statistics / Environment]. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
8. The World Bank. Retrieved from <https://tradingeconomics.com/ukraine/forecast> [in Ukrainian].
9. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku [Energy strategy of Ukraine for the period up to 2035]. Retrieved from <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> [in Ukrainian].
10. Kaletnik H. M. and Lutkovska S. M. (2020). *Struktura finansuvannia ta monitorynhu zakhodiv zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky* [Structure of financing and monitoring of environmental safety measures]. *Ahrosvit*, 9, 10–19 [in Ukrainian].

**Посилання на статтю:**

Черенкевич О. С. Перспективні оцінки забруднення навколишнього середовища України. *Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту*. 2020. № 3. С. 28-37. doi: 10.31767/nasoa.3-2020.03.