

Гальчинський Л.Ю.
канд. техн. наук., доцент
ORCID ID 0000-0001-6795-3517

Дятлова Н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА В УКРАЇНІ

ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF THE INFORMATION SYSTEM OF THE STATE OF ATMOSPHERIC ENVIRONMENT IN UKRAINE

У статті визначено актуальність проблеми охорони навколишнього середовища України. Проаналізовано сучасний стан атмосферного середовища України та державну систему по його захисту. Представлено огляд спеціальних установ і інституцій, відповідальних за спостереження і контроль стану атмосферного повітря. Визначено слабкі місця галузі, зокрема - проблеми впровадження інформаційної системи моніторингу та контролю атмосферного середовища в Україні. На основі проведеного аналізу сформульовано висновки та запропоновано можливі рекомендації щодо розробки єдиної інтегрованої інформаційної системи, яка забезпечить цілісне та економічно ефективне функціонування охорони повітряного середовища України.

Ключові слова: природне середовище, забруднення атмосфери, охорона навколишнього середовища, оцінка впливу на довкілля, інформаційне забезпечення, інтегрована інформаційна система.

This article defines the urgency of the problem of environmental protection in Ukraine. The present state of the atmospheric environment of Ukraine and the state system for its protection are analyzed. An overview of the special institutions and institutions responsible for monitoring and monitoring of the atmospheric air is presented. The weak spots of the industry are determined, in particular, the problems of implementation of the information system for monitoring and control of the atmospheric environment in Ukraine. Based on the analysis, were formulated conclusions and possible recommendations for the development of a unified integrated information system, which will ensure the integrity and cost-effective functioning of the air protection of Ukraine.

Keywords: natural environment, atmospheric pollution, environmental protection, environmental impact assessment, information support, integrated information system.

Вступ. Повітря, як ресурс життєдіяльності людини, є найбільш критичним фактором. Парадокс еволюції цивілізації в тому, що чим швидше людство розвивається, тим сильніше погіршує навколишнє середовище, в першу чергу повітряне середовище. На даний момент людство переживає стан, коли можливості природних процесів самовідтворення та регуляції складу атмосфери дійшли до межі через антропогенний тиск. На порядку денному загрози не тільки локального чи регіонального масштабу. Особливу небезпеку становить руйнування озонового шару Землі, яке спостерігається впродовж останніх років. Україна не є винятком у цьому загрозливому процесі.

Процес забруднення повітря, який почався з прискореною індустріалізацією, став очевидним ще з початку 60-х років минулого століття, дуже суттєво прискорився на межі 80-90-х роках ХХ століття. Зростання рівня

забруднення повітряного простору несе очевидну загрозу здоров'ю населення та підвищенню частки передчасних смертей. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я в першу чергу має місце збільшення випадків інсульту, раку легень, інфаркту, а також хронічних та гострих респіраторних захворювань.

Грандіозні соціально-політичні трансформації, які пережила Україна з 1991 року привели до різкого падіння промислового виробництва, а разом з нею і відповідного суттєвого падіння забруднення повітряного простору, однак не скрізь і не до нормального рівня. Натомість значно зросли шкідливі викиди в повітря від автомобільного транспорту, особливо у великих містах України. В більшості міст країни рівень забрудненості повітря перевищує санітарні норми, а в районах гірничо-металургійного комплексу перевищення гранично-допустимих рівнів досягає 500-2000 відсотків. За даними Державної служби статистики у 2016 році викиди забруднюючих речовин склали 3 млн 78,5 тис. тон. [1] Крім того, від стаціонарних джерел забруднення в атмосферне повітря надійшло 150,5 млн т (на 8,4% більше порівняно з 2015 роком) діоксиду вуглецю - основного парникового газу, який впливає на зміну клімату. І це при тому, що зростання промислового виробництва може бути зафіксоване тільки в межах статистичної похибки. Така тенденція є надзвичайно тривожним сигналом. Розвиток транспорту, збільшення кількості індивідуального автотранспорту є одним з домінуючих факторів екологічних лих України. Щорічні викиди автотранспорту в Україні становлять більше 40% усіх шкідливих викидів у повітря. Серед викидів в атмосферу найбільші обсяги складають: діоксид сірки (1 млн 76,3 тис. т), оксид вуглецю (803 тис. т) і метан (466,3 тис. т). Всі ці компоненти не тільки завдають непоправної шкоди здоров'ю населення України, але і вносять свій вклад зростанню глобальних загроз у всепланетарному масштабі.

Слід зазначити, що в Україні проводиться певна робота для подолання зазначених проблем, як на державному рівні, так і силами громадських організацій. Як головний орган реалізації державної політики в екологічній сфері функціонує Міністерство екології та природних ресурсів України(МЕПРУ). Серед громадських організацій помітна активність Національного екологічного центру України(НЕЦУ). У своїй діяльності НЕЦУ спонукає чиновників та політиків приймати рішення з урахуванням необхідності збереження довкілля та безпеки населення, готує свої оцінки та дослідження та пропонує альтернативні рішення.

Проте проблема забруднення довкілля взагалі і повітря, зокрема, не зменшується. А з економічної точки зору навіть зростає. Так, за оцінками експертів ДТЕК, тільки для модернізації великих спалювальних установок, таких як котлоагрегати ТЕЦ у відповідність до вимог Директиви ЄС, необхідно близько 12 млрд. доларів США.

Очевидно, що ця складна проблема не має простого вирішення і потребує значних витрат і системного підходу. Тому одним з важливих інструментів для її вирішення має стати інформаційне забезпечення для адекватної оцінки стану забруднення та розробка економіко-математичних моделей для підтримки прийняття рішень у сфері екологічної безпеки.

Питанню моделювання антропогенного забруднення повітря та інформаційного забезпечення стану забруднення приділена увага багатьох вчених і спеціалістів різного професійного спрямування: екологів, економістів, медиків, інженерів, програмістів та інших. Це зовсім не дивно, бо дана проблема торкається різних сфер людської діяльності. Однак, наразі щодо комп'ютерної системи моніторингу атмосферного повітря в національному масштабі, то це питання є недостатньо проробленим. Треба зазначити, що для окремих об'єктів інформаційним системам контролю стану атмосферного повітря приділена належна увага. Мова йде про об'єкти ядерної енергетики і це зрозуміло.

Мають місце окремі розробки, що стосуються аспектів моніторингу стану атмосферного повітря навколо атомної енергетики України об'єктів. Так, зокрема, цій проблемі присвячені роботи Попова О. О.[2,3], Яцишина А.В. [2].

Регіональні аспекти моніторингу стану атмосферного повітря приведені в колективній роботі авторів на чолі з С.М. Дзюбою. [4] Регіональному моніторингу стану атмосферного повітря слугує розробка програмного комплексу «ЕкоГІС-Київ» на базі пакету ArcView GIS та пакета розрахунку забруднення приземного шару атмосфери «ЕОЛ 2000» української компанії «Софт Фонд».

Значну увагу контролю та моніторингу атмосферного повітря приділено в країнах Євросоюзу, США, Японії та інших розвинутих країнах. Серед них слід відзначити такі системи як EAPMS, ISIREMM, SOSE, TAPM, ОНД-86[5].

На вирішення проблеми контролю забруднення повітря в містах спрямовані дослідження дослідників на чолі з В. Мокіним[6]. Подоланню складності обчислень для моделювання забруднення атмосферного повітря приведені в роботі авторів на чолі з О.Новіковим.

Значну увагу також було приділено економіко-математичному моделюванню процесів, пов'язаних з забруднення атмосферного повітря. Дослідженню проблем довгострокового прогнозування викидів ПГ в Україні, як на національному, так і на секторальному рівнях, присвячені дослідження Б. Костюковського [7], І. Ляшенко [8], А. Онищенко [8,9], О. Рябчина [10].

Економічним аспектам реалізації екологічної стратегії України приділена увага дослідників Інституту економіки та прогнозування НАН України, зокрема О. Дячука [11,12], Р. Подольця [12].

Необхідним є виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Тому, беручи до уваги той факт, що без успішної екологічної політики неможливо вирішити проблеми реформування економіки України і забезпечити її стале зростання, на наш погляд, як передумова, має бути вирішена проблема інформаційного забезпечення стану атмосферного середовища на всіх рівнях : національному, регіональному та локальному.

Постановка завдання. Метою статті є обґрунтування необхідності встановлення інформаційної системи моніторингу та контролю атмосферного середовища України, виділення необхідних для даної системи характеристик і освітлення проблем її впровадження.

Методологія. В даній статті використано методи обробки, аналізу і синтезу праць вітчизняних і зарубіжних науковців, а також законодавчих актів за обраною проблематикою. За допомогою систематизації та логічного узагальнення сформульовано висновки і рекомендації щодо подальших досліджень.

Результати дослідження. Спостереження за станом атмосферного повітря на території України почалось з 1972 року. Причому функцію моніторингу атмосферного повітря було покладено на Гідрометеослужбу. Закон України „Про охорону атмосферного повітря” (1992 р.) [13] зі змінами 1995, 2001, 2004, 2010, 2011, 2012, 2014, 2016 визначив функції служб спостереження та контролю за забрудненням атмосфери, які в своїй практиці використовують розрахункові та експериментальні методи, а також повноваження державних органів, що забезпечують формування та реалізують державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища. На основі теоретичних та експериментальних досліджень поширення домішок в атмосфері вироблено основні принципи організації мережі спостережень, лабораторного (хімічного) аналізу проб повітря, збору, обробки та узагальнення інформації про забруднення.

Інформацію про вміст забруднювальних речовин в повітрі надає мережа служби моніторингу. Відповідальність за її організацію покладена на Держкомгідромет України.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 13.12.2001 № 1655 "Про затвердження Порядку ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря" у відповідності з Інструкцією про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, визначення та розробку показників викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря в Україні здійснює спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади в галузі статистики Держкомстат:

- для стаціонарних джерел – шляхом збору звітності від суб'єктів господарської діяльності за формою № 2-тп (повітря)-річна державного статистичного спостереження "Охорона атмосферного повітря";
- для пересувних джерел – шляхом проведення розрахунків на підставі статистичних даних (про обсяги споживання палива і сировини) та адміністративних даних (про кількість транспортних засобів у приватній власності населення) згідно з методикою розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів.

Міністерство охорони здоров'я проводить вибіркові спостереження за рівнем забруднення в місцях проживання населення.

Науковий комітет Національної академії наук України організовує авіаційно-космічні спостереження за станом озонового шару і глобальним забрудненням атмосфери. Практикуються екологічні спостереження за окремими підприємствами, зокрема за станом атмосферного середовища

поблизу атомних електростанцій. Для моніторингу в радіусі до 25 км використовують мережу контролю і спеціальні пости спостережень, де встановлюють датчики гамма-випромінювання та пристрої для відбору проб і аналізу повітря. В межах санітарно-захисної зони утворюють пости дистанційного контролю радіоактивного забруднення атмосферного повітря. Ці дані в першу чергу має отримувати Міністерство надзвичайних ситуацій.

Оцінювання забруднення атмосферного повітря в містах України здійснюють за даними спостережень, які проводять у 54 містах на 166 стаціонарних постах та на 2 станціях транскордонного переносу. Правильно організована система спостережень та контролю за станом атмосферного повітря дає потенційну змогу отримати необхідну інформацію про якісний склад повітря на території України і особливо на специфічних зонах впливу джерел викидів, а також про транскордонні перенесення забруднень повітря. Наразі немає однозначної відповіді наскільки така мережа спостережень є достатньою чи оптимальною. Очевидно, на це питання мають дати відповідь подальші наукові дослідження.

Проведений аналіз показує, що в Україні станом та контролем атмосферного повітря переймається декілька відомств, кожне в межах своїх, відведених Законом повноважень. Виникає питання: а де, і якому місці формується цілісна картина стану атмосферного середовища в Україні? І не тільки історія та поточний стан середовища, а і прогноз на майбутнє, а також рекомендації щодо прийняття рішень у питаннях, пов'язаних погіршенням стану атмосферного повітря. Причому будь-яка господарча діяльність потенційно несе в собі загрозу забруднення повітря. Як тоді приймати рішення?

На наш погляд це має бути інституція, якій відведена функція формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, екологічної та в межах повноважень, зокрема у сфері збереження озонового шару, регулювання негативного антропогенного впливу на зміну клімату та адаптації до його змін і виконання вимог Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату та інших міжнародних угод, які зобов'язалась виконувати Україна. Такою інституцією є Міністерство екології та природних ресурсів України. На офіційному сайті МЕРПУ приведений досить великий список під назвою «Перелік програмних продуктів в галузі охорони атмосферного повітря». Але в публічній площині відсутні будь-які згадки про цілісну систему, яка б охоплювала збір і обробку даних про стан атмосферного середовища України, про взаємодію з іншими відомствами, причетними до контролю стану атмосферного середовища, інформаційні зв'язки по вертикалі з регіональними підрозділами, а також і з інформаційними системами інших країн. Тобто наразі можна стверджувати, що в Україні цілісна інтегрована інформаційна система стану атмосферного повітря відсутня. Разом з тим 18 грудня було введено в дію прийнятий 23 травня 2017 року Верховною Радою України Закон України «Про оцінку впливу на довкілля»[14]. За словами міністра О. Семерака «Із впровадженням цього Закону в Україні скасовується пострадянська модель - екологічна експертиза і запроваджується нова

європейська форма оцінки впливу на довкілля. Відповідно кожна облдержадміністрація отримає нові повноваження та зобов'язання.»

«Оцінка впливу на довкілля – перший європейський інструмент у природоохоронній сфері, який запровадить урахування екологічної складової в усіх сферах економіки. Отримання висновку про оцінку впливу на довкілля стане обов'язковим для отримання дозволу на провадження господарської діяльності», - зазначив міністр.

Для оцінки впливу на довкілля, зокрема і стану атмосферного довкілля неможливо обійтися без оцінки поточного стану, яку може забезпечити тільки інтегрована інформаційна система у функції якої входить моніторинг якості повітря. Це досить складна задача, яка включає в себе оцінку параметрів вимірювальної системи забруднення, облік потенційних джерел забруднень, налаштування інтерфейсу з інформаційними системами інших відомств та з регіональними структурами, як і обміном даних з системами інших держав та міжнародних організацій. І це не є вичерпний список.

Другою неодмінною функцією такої системи неодмінно має бути саме вирахування оцінки впливу на довкілля. Це не менш, якщо не більш складна проблема ніж розробка інтегрованої системи моніторингу. Проте важко собі уявити, яким чином тоді можна реалізувати базові положення закону «Про оцінку впливу на довкілля» без використання інформаційної системи. В рамках даної статті ми не можемо пропонувати готове рішення. Проте певні висновки з даного аналізу – очевидні. На наш погляд в першу чергу потрібно врахувати всі напрацювання вітчизняних і зарубіжних вчених. Про деякі напрацювання йшлося у попередніх розділах статті. Далі ми більш детально розглянемо ще одну важливу розробку.

Для оцінювання забруднення навколишнього середовища та ідентифікації економічно ефективних заходів щодо подальшого поліпшення якості повітря в світі Міжнародним інститутом прикладного системного аналізу IIASA у 1984 році була розроблена модель RAINS(The 'Regional Air Pollution INformation and Simulation' – Симуляція та інформація про регіональне забруднення атмосферного повітря). Її остання версія – GAINS(Global Air Pollution INformation and Simulation) (рис. 1), Модель оцінювання взаємодії та синергії газів та забруднень повітря, яка дозволяє також проектувати викиди парникових газів. [15]



Рисунок 1 - Структура моделі GAINS

Модель GAINS є основним інструментальним засобом проведення комплексної оцінки екологічних наслідків різних сценаріїв соціально-економічного розвитку, а також ефективності різних стратегій скорочення викидів основних забруднюючих речовин (SO₂, NO_x, ЛОС, РМ, NH₃) і парникових газів (CO₂, С Н₄, N₂O та Fгаз) (рис. 2).

	PM (BC, OC)	SO ₂	NO _x	VOC	NH ₃	CO	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs PFCs SF ₆
Вплив на здоров'я										
PM (зменшення очік. трив. життя)	✓	✓	✓	✓	✓					
O ₃ (передчасна смертність)			✓	✓		✓		✓		
Вплив на рослинність										
O ₃ (AOT40/fluxes)			✓	✓		✓		✓		
Підкислення (Excess of critical loads)		✓	✓		✓					
Евтрофікація (Excess of critical loads)			✓		✓					
Вплив на клімат										
Довгостроковий(GWP100)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)	✓	✓	✓	✓
Короткостроковий (in Europe and global mean forcing)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	(✓)	✓	(✓)	(✓)
Чорне осадження вуглецю до арктики	✓									

Рисунок 2 - Комплексна структура моделі GAINS

GAINS оцінює історичні викиди 10 забруднювачів повітря та 6 парникових газів для кожної країни на основі даних міжнародної статистики енергетики та промисловості, кадастрів викидів та даних, наданих самими країнами.

Прикладом якісного дослідження є незалежний проект Міжнародного інституту прикладного системного аналізу щодо оцінки потенціалу та вартості скорочення викидів для країн світу. Це дослідження показали парадоксальні результати, які викликали скептицизм певних українських урядовців. Мова йде про те, що Україна до 2020 року може не тільки стабілізувати викиди парникових газів на рівні -57% від 1990 року, але навіть отримати економічну вигоду від запровадження відповідних заходів. Використані дані були верифіковані національними експертами, які підтвердили достовірність цих результатів. Проте, урядовці поки що не сприймають ці результати як аргумент при формуванні енергетичної та кліматичної політики України.

Висновки. Стан навколишнього середовища України, зокрема повітряного середовища вимагає системної роботи для покращення його стану. І будь-яка стратегія в цьому напрямі буде вимагати значних витрат. В умовах системних реформ національної економіки цим аспектом неможливо нехтувати. На наш погляд цю задачу неможливо вирішити без використання інтегрованої інформаційної системи, яка не тільки збирає, обробляє дані про стан атмосферного повітря, але є інструментом для підтримки прийняття рішень при реформуванні національної економіки з обов'язковим врахуванням екологічного фактору. Необхідною передумовою для цього є, зокрема, напрацювання для підтримки систем прийняття рішень, таких як GAINS.

Перспективи подальших наукових досліджень полягають в пошуку шляхів розробки і впровадження цілісної інтегрованої інформаційної системи контролю стану атмосферного повітря безпосередньо для України на базі іноземного досвіду та використання цієї системи на державному рівні.

Література:

1. Статистичний збірник «Україна» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_Ukr_.htm
2. Попов О.О Сучасні інформаційно-комп'ютерні технології радіоекологічного моніторингу об'єктів ядерної енергетики. (II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених «Наукова молодь-2014») [Електронний ресурс] / Попов О.О., Артемчук В.О., Яцишин А.В. // Режим доступу: <https://zenodo.org/record/1098375#.Wq57XOjFLIU>
3. Попов О.О. Підходи до організації та ведення комплексного радіоекологічного моніторингу наземних екосистем у районах розташування АЕС / О.О. Попов // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – К. – 2013. – Вип. 68. – С. 11-18.
4. Применение информационных технологий для решения задач экологического мониторинга загрязнения атмосферы мегаполисов / С.М. Дзюба, Н.В. Белянина, М.Н. Прокопенко, С.А. Серовиков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Тематичний випуск : Інформатика і моделювання. – 2010. – № 21. – С. 58-65.
5. Перелік програмних продуктів в галузі охорони атмосферного повітря [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/content/perelik-programnih-produktiv-v-galuzi-ohoroni-atmosfernogo-povitrya.html>
6. Метод и технология мониторинга состояния атмосферного воздуха с помощью универсальной информационно-измерительной системы с использованием

- мобильных устройств / В. Б. Мокин, д. т. н., проф.; Д. Ю. Дзюняк; К. О. Бондалетов; В. В. Олейник // Наукові праці ВНТУ – 2015 - № 4
7. Костюковський Б. А. Напрямки забезпечення екологічних вимог по викидах забруднювачів в повітря в тепловій енергетиці / Б. А. Костюковський, С. В. Шульженко, Т. П. Нечаєва // Проблеми загальної енергетики. - 2009. - № 20. - С. 63-68.
 8. Ляшенко І.М. Моделювання матеріально-вартісної галузевої структури в умовах обмежень на викиди парникових газів / І.М.Ляшенко, А.М.Онищенко. // Інвестиції: практика та досвід. – К. : "Соло-Фінанс". – 2011 р. – № 10. – С. 24–26.
 9. Онищенко А.М. Динамічна балансова модель з врахуванням витрат на виконання обмежень за Кіотським протоколом / А.М.Онищенко // Економіка і регіон. –2011. – № 1 (28). – С. 127–132.
 10. Рябчин О.М. Поліпшення енергетичної безпеки України з урахуванням вимог Кіотського протоколу / О.М.Рябчин // Сучасні питання економіки і права : зб. наук. праць. – 2011. – № 1. – С. 123–128.
 11. Дячук О. А. Прогнозування та оцінка викидів парникових газів прямої дії з використанням моделі "TIMES-Україна" / О. А. Дячук // Економіка і прогнозування. – 2013. – № 2. – С. 116–127.
 12. Подолець Р. Стратегічне планування у паливно-енергетичному комплексі на базі моделі TIMES-Україна : наук. доповідь / Р. Подолець, О. Дячук // Ін-т екон. та прогноз. – К., 2011. – 150 с.
 13. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.92 N 2708-XII // Відомості Верховної Ради України (ВВР) - 1992 - N 50 - ст.678
 14. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 № 2059-VIII // Відомості Верховної Ради (ВВР) – 2017 - № 29 - ст.315
 15. GAINS Control Panel Europe Greenhouse Gas - Air Pollution Interactions and Synergies [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gains.iiasa.ac.at/gains>
 16. Закон України «Про ратифікацію Рамкової конвенції ООН про зміну клімату» від 29.10.1996 № 435/96-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1996. – № 50. – 277 с.
 17. Закон України «Про ратифікацію Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату» від 4.02.2004 №1430-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2004. – № 19. – 261 с.
 18. Національний кадастр антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/content/nacionalniy-kadastr-antropogennih-vikidiv-iz-dzherel-ta-absorbicii-poglinachami-parnikovih-gaziv.html>