

Індустріалізовані країни, які підписали таку угоду, юридично зобов'язані у період з 2008 по 2012 рік скоротити об'єми власних глобальних викидів шести парникових газів на 5,2% порівняно із рівнем 1990 року. Кіотський протокол також передбачає механізми, які дозволяються індустріалізованим державам досягнути цілей щодо скорочення викидів, наприклад, купуючи квоти на викиди вуглецю за Схемою торгівлі викидами ЄС або фінансуючи проекти у країнах, які розвиваються, використовуючи Механізм чистого розвитку (МЧР) або Спільне впровадження (СВ). Існує три основні способи, за допомогою яких можна скоротити викиди парникових газів транспортними засобами:

- уникати (уникати подорожей або уникати подорожей моторизованими видами транспорту);
- пересідати (переходити на більш екологічні види транспорту);
- вдосконалювати (вдосконалювати ефективність використання енергії транспортом і технології транспортних засобів).

Як виявляється, транспортна галузь є галуззю, де найважче скоротити викиди парникових газів, оскільки існує велика кількість дрібних джерел викидів (наприклад, автомобілі), крім того, спостерігається очевидний тісний зв'язок із економічним розвитком.

Концепція збалансованого розвитку для країн, може стати особливо важливим елементом у справі скорочення викидів парникових газів внаслідок використання транспорту, наприклад, за рахунок утримання від використання нижчих за якістю, менш ефективних, дорожчих або більш забруднюючих технологій та переходу на прогресивніші засоби.

Україна також є активним учасником міжнародної боротьби з глобальним потеплінням. В 2016 році країна однією з перших ратифікувала Паризьку Угоду. В 2020 році Україна на високому політичному рівні приєдналась до Європейського зеленого курсу (European Green Deal), метою якого є досягнення кліматичної нейтральності європейського континенту до 2050 року. В березні 2021 року Уряд затвердив Національну економічну стратегію до 2030 року, в якій прогнозується досить значний розвиток промисловості та зростання ВВП.

## **СПЕЦИФІКА ПРОСТОРОВОЇ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЕМІСІЙ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ**

*Калюжна Ю.С., к.т.н., доц., Роменська Д.В., бак.,*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків,*

*Україна*

*uskalmikova@gmail.com*



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

В останні десятиліття людство стурбоване швидкими темпами зміни клімату, а саме зростанням глобальної середньої температури повітря. Існує чимало суперечок про основні причини зміни клімату: чи це результат

природних кліматичних коливань, чи людської діяльності. Проте, як показують останні дослідження вчених, основною причиною глобального потепління, з ймовірністю більш як 90 %, можна вважати збільшення в атмосфері концентрації парникових газів – діоксиду вуглецю CO<sub>2</sub>, метану CH<sub>4</sub>, закису азоту N<sub>2</sub>O та інших.

Зміна клімату – це одна із найбільш актуальних проблем сучасного світу. Безбезпека кліматичних змін полягає не лише у підвищенні середньорічної температури, але й у збільшенні частоти появи надзвичайних погодних явищ. Разом з цим, зміна клімату – це не тільки екологічна проблема, але й фундаментальна проблема розвитку, її негативні наслідки загрожують соціально-економічному прогресу.

Емісії парникових газів у атмосферу виникають внаслідок фізико-хімічних та біологічних процесів. Якщо такі процеси включають джерела емісій, пов'язані із господарською діяльністю (наприклад, процеси спалювання палива для виробництва електроенергії), то такі емісії мають антропогенне походження, на відміну від природних процесів, що проходять без суттєвого впливу людини. Прямі вимірювання емісій парникових газів, спричинених антропогенною діяльністю, реалізувати неможливо, тому здійснюють так звану інвентаризацію емісій за даними про господарську діяльність людини та з врахуванням коефіцієнтів емісії внаслідок такої діяльності.

Одним із важливих параметрів інвентаризації парникових газів є просторова характеристика емісій, адже усі джерела емісій та поглиначі можна віднести до певної ділянки території. Для більшості країн джерела та поглиначі парникових газів розміщені дуже нерівномірно, навіть на рівні окремого адміністративного району – більшість емісій виникає в місцях розташування великих підприємств та на територіях з великою щільністю населення.

Просторовий розподіл даних про емісії парникових газів особливо необхідний для регіонального планування, оцінювання та прогнозування стану навколишнього середовища. Представлені в такому вигляді дані про емісії використовуються також як вхідні дані багатьох моделей для дослідження якості атмосферного повітря. Оскільки атмосферні процеси є нелінійними, то використання просторово усереднених значень емісій спричинить хибні розрахунки процесів переміщення досліджуваних газів.

Окрім того, попри те, що міжнародні домовленості щодо зниження чи обмеження емісій парникових газів встановлюють вимоги на рівні окремої країни чи групи країн, заходи щодо зниження емісій рідко проводяться на національному рівні, вони здебільшого носять локальний характер. Тому для раціонального планування таких заходів (наприклад, вибір підприємств, на яких встановлюватимуть очисні установки) необхідно володіти інформацією про викиди шкідливих речовин, розподілені по території країни та по секторах діяльності.

Лише останнім часом питанню просторового аналізу емісій парникових газів почали приділяти значну увагу і з'явилися праці присвячені цій проблемі. Як і у випадку інвентаризації на рівні адміністративної області, для реалізації

просторової інвентаризації використовують один із методів – «знизу-вверх» чи інвентаризацію «зверху-вниз». Підхід «зверху-вниз» передбачає обчислення емісій на деякій ділянці території, використовуючи статистичні дані для адміністративної одиниці (області, району) та деякий параметр розподілу (напр., показники густоти населення, землекористування та ін.). При цьому робиться припущення, що величина емісії корелює із величиною відповідного показника.

Отримання інвентаризацій за допомогою методу «знизу-вверх» передбачає умовний поділ території на ділянки достатньо малого розміру.

Далі для кожної такої комірки враховують усі джерела емісії та антропогенна діяльність на території комірки і здійснюється інвентаризація емісій для кожної такої ділянки окремо. Такий підхід дає набагато кращу оцінку емісій для деякої території, проте його значно важче застосувати, адже він вимагає більше часу та ресурсів і часто уся необхідна інформація є доступною лише для частини об'єктів розбиття.

Багато літературних джерел пропонують методи та підходи до розподілення загальнонаціональних даних про емісії до рівня адміністративних одиниць, а далі до вищого рівня розподілення інвентаризацій для основних секторів людської діяльності. Такі рекомендації носять або загальний характер, або прив'язані до конкретної території чи країни і враховують лише дані, що є доступними для неї.

Вибір підходу для проведення інвентаризації повинен базуватися на типі джерела емісії. Наприклад, великі точкові джерела для вірної інвентаризації необхідно точно ідентифікувати та враховувати їх розміщення, в той час як дрібні джерела емісій (наприклад, спалювання палива у побутових котлах) практично неможливо виділити і окремо локалізувати. Тому в ряді випадків інвентаризацію доцільно проводити застосовуючи і комбінуючи ці два підходи.

Аналіз наукових праць та підходів, присвячених питанням просторової інвентаризації парникових газів, а також її практичної реалізації для окремих країн та великих міст представлено в наступному параграфі. Із наведених прикладів можна зробити висновок, що більшість робіт, присвячених просторовій інвентаризації парникових газів, прив'язані до конкретного міста, країни чи групи країн і опираються на вхідні дані, що є доступними лише для них (енергетичні баланси, результати дистанційного зондування атмосфери тощо).

До 2007 року просторова інвентаризація емісій парникових газів в Україні не проводилась. Проте, детальний аналіз джерел емісій та поглиначів парникових газів показав, що розміщені вони вкрай нерівномірно не тільки на території держави, але й у межах кожної адміністративної області чи району. Перші праці з просторової інвентаризації парникових газів в окремих регіонах України засвідчили, що на основі наявних даних (статистичних даних, цифрових карт тощо) можна розробити ефективні методи та програмні засоби для просторової інвентаризації, які би забезпечували підтримку прийняття рішень з охорони навколишнього середовища та впровадження дієвих заходів щодо зменшення антропогенного навантаження на атмосферу.

Інвентаризація парникових газів на рівні елементарних ділянок є найдетальнішою. Проте, практична реалізація такої інвентаризації вимагає також наявності детальних даних по всіх категоріях господарської діяльності та знання

відповідних коефіцієнтів емісій притаманні конкретній ділянці, які не завжди можна отримати. У цьому полягає складність та громіздкість застосування таких підходів.

Використовувані для здійснення просторової інвентаризації математичні моделі не враховують атмосферні процеси. Існуючі інверсні моделі, основою для яких є результати метеорологічних вимірювань, призначені для визначення місця розміщення, а також потужності джерел та поглиначів парникових газів. Оцінювання ж концентрацій парникових газів на певній відстані від джерела (поглинача), тобто у зворотному напрямку, за конкретний час не проводять, хоча у деяких випадках доцільно мати інформацію про обсяги емітованих парникових газів, які проходять через певну лінію кордону адміністративних районів чи двох сусідніх країн.

Зокрема, це можна використовувати для перевірки результатів застосування інверсних моделей поблизу кордонів двох держав. Основою для цього може бути просторова інвентаризація парникових газів на рівні елементарних ділянок, виконана методом «знизу-вверх», яка дає точніші результати. Невизначеність результатів інверсного моделювання, та й взагалі моделей, які враховують атмосферні переміщення, є досить великою.

Час перемішування домішок між земною поверхнею та тропопаузою коливається від хвилин до кількох днів, перемішування в широтах – до двох тижнів, до кількох місяців триває перемішування в межах півкулі, приблизно рік – атмосферні перемішування між північною та південною півкулями, кілька років тривають перемішування домішок у стратосфері. Такий повільний процес перемішування атмосферних мас, а також переважання джерел емісії у північній півкулі, підтверджують наскільки потужними є антропогенні емісії у масштабах всієї атмосфери. Натомість невизначеність моделювання, наприклад, процесів транспортування вуглекислого газу у глобальних масштабах коливається в межах 7%. На національному рівні невизначеність результатів моделювання є значно більшою (>100%).

## **ЗМІНИ КЛІМАТУ УКРАЇНИ, ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН**

*Калюжна Ю.С., к.т.н., доц., Трохимченко І.М., бак.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
м. Харків, Україна  
uskalmikova@gmail.com*



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

Динаміка клімату України як регіонального, значною мірою відповідає характерним рисам змін глобального клімату. Це підтверджується співпадінням багаторічного ходу аномалії глобальної та регіональної температури повітря.

Вперше на проблему зміни клімату в Україні звернули увагу відомі українські кліматологи І.Є. Бучинський та К.Т. Логвінов. Останньому належить гіпотеза про те, що на клімат України впливає не тільки природний, але й