

жання водяних парів і точки роси вологи. 13. ГОСТ 20061-94. Газы горючие природные. Метод определения точки росы углеводородов. 14. ГОСТ 22667-82. Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе. 15. Енциклопедія термометрії / Я.Т.Луцик, Л.К. Буняк, Ю.К. Рудавський, Б.І. Стадник. – Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2003. – 428 с. 16. Дроков В., Козій В., Наконечний Я. Нормування вологовмісту природних газів // Стандартизація, сертифікація, якість, 2003. – №4. – С. 29-32. 17. Мандрохлебов В.Ф., Арутюнов Ю.В. Состояние и

перспективы разработки и производства гигрометров и средств их метрологического обеспечения // Измерительная техника, 1982. – №9. – С. 46-50. 18. Хейнце Д. Классификация гигрометров и унифицированные математические модели их статических и динамических характеристик // Измерительная техника, 1982. – №9. – С. 51-54. 19. Савкун Л.З., Рудых И.А., Дрянов А.Н. Пьезосорбционные гигрометры // Измерительная техника, 1982. – №10. – С. 52-53. 20. ДСТУ ISO 6327:2004. Аналіз газів. Визначання точки роси природних газів. Конденсаційні гігрометри з охолоджуваною поверхнею.

УДК 33:656.2

## МІЖНАРОДНІ ТА НАЦІОНАЛЬНІ МЕТОДИКИ З ОЦІНКИ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ ШКІДЛИВИХ ГАЗІВ ВІД ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

© Гордієнко Тетяна, 2006

Державне підприємство “Український науково-дослідний і навчальний центр  
проблем стандартизації, сертифікації та якості”, м. Київ

*Проаналізовано міжнародні методики IPCC-1996, CORINAIR/SNAP і національна методика. Виявлено, що усі вони враховують значний перелік ЗР від мобільних джерел, мають практично однакові підходи щодо оцінки викидів ЗР в атмосферу від залізничного транспорту. Методика CORINAIR/SNAP містить спрощені і комплексні методи з розрахунку викидів ЗР для низки джерел, а також охоплює найбільшу кількість речовин, що забруднюють атмосферу. Національна методика потребує доопрацювання та наближення до елементів міжнародних методик, здебільшого до CORINAIR/SNAP та IPCC-1996.*

*Проанализировано международные методики IPCC-1996, CORINAIR/SNAP и национальная методика., Вывявлено, что все они учитывают значительный перечень ЗВ от мобильных источников, имеют практически одинаковые подходы к оценке выбросов ЗВ в атмосферу от железнодорожного транспорта. Методика CORINAIR/SNAP содержит упрощенные и комплексные методы для расчетов выбросов ЗВ для ряда источников, а также охватывает наибольшее количество веществ, которые загрязняют атмосферу. Национальная методика требует доработки и приближения к элементам международных методик, в основном к CORINAIR/SNAP и IPCC-1996.*

*Analyze of international methodology IPCC-1996, CORINAIR/SNAP and National methodology be revealed that all methodology have possibility for estimating many NG from mobile sources as well as in equal measure tiers for estimating NG emissions from railway. CORINAIR/SNAP contains simpler and detailed methodology for calculate NG emissions for series sources as well as covered largest quantity of Noxious Gases of air pollutions. National methodology need to complete and approximate to the international methodology elements, most of all to CORINAIR/SNAP and IPCC-1996.*

Для нормального функціонування сучасного суспільства транспорт життєво необхідний, однак він є одним із найбільших забруднювачів атмосферного повітря в багатьох країнах світу, зокрема в Україні, створюючи вагомі проблеми для довкілля.

Більшість країн Європейського Союзу для підготовки національних інвентаризацій викидів забруднювальних речовин (ЗР) в атмосферу широко використо-

вують методологію CORINAIR (CORe Inventory of AIR emissions) [1]. Для підготовки національних інвентаризацій викидів парникових газів (ПГ) рішенням конференції сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (The United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) встановлено, що сторони UNFCCC повинні використовувати методологію міжурядової групи експертів з питань зміни клімату 1996 р. (The Intergovernmental

Panel of Climate Change, IPCC) – методологію IPCC-1996 [2]. Керівництво ЕМЕП/CORINAIR було базовим документом для підготовки Методології IPCC-1996.

В Україні розрахунки викидів ЗР в атмосферу від залізничного транспорту здійснюють з використанням даних про кількість спожитого палива мобільними джерелами згідно з “Методикою розрахунку викидів шкідливих речовин у повітря від авіаційного, водного та залізничного транспорту”, затвердженою Держкомстатом України (2003 р.) [3]. Розрахунки викидів ЗР в атмосферу від двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) тепловозів здійснюють згідно з “Методикою розрахунку викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами тягового рухомого складу залізничного транспорту”, затвердженою Держкомстатом України та погодженою Мінекобезпеки України (1998 р.) [4]. Для оцінки викидів ПГ від залізничного транспорту в Україні застосовують методологію IPCC-1996.

**Метою** цієї статті є аналіз основних положень міжнародних методологій CORINAIR і IPCC-1996, їхньої сумісності, відповідності між вихідними категоріями джерел викидів, а також порівняння з національними методиками з оцінки викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря від залізничного транспорту.

**1. Методологія CORINAIR та особливості її застосування.** Для розвитку послідовних, порівняльних і прозорих національних інвентаризацій для “звичайних” повітряних забруднювачів типу оксидів сірки ( $\text{SO}_x$ ), оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ) та летких органічних сполук (VOCs) ЄС заснував Програму інвентаризації викидів шкідливих речовин в атмосферу CORINAIR (1985 р.). Перші CORINAIR інвентаризації розроблені Європейською цільовою групою Агентства з охорони довкілля (ЕЕА). Для цих інвентаризацій список забруднювачів було розширено і доповнено аміаком ( $\text{NH}_3$ ), монооксидом вуглецю (CO), діоксидом вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) і оксидом азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), а також відокремлено метан ( $\text{CH}_4$ ) від летких неметанових органічних сполук (NMVOCs) [1].

Економічна комісія для Європи ООН (UNECE) визначила головні категорії CORINAIR як базові для повідомлення відповідно до Конвенції про трансграничне забруднення повітря на великі відстані (The Long Range Transboundary Air Pollution, LRTAP). Інтерес становили не тільки забруднювачі, відображені у визначених документах (тобто,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , і VOCs), а також забруднювачі, що впливають на критичні кількості кислотних опадів, типу  $\text{NH}_3$ . UNECE заснувала Цільову групу з Інвентаризації викидів (Task Force on

Emission Inventories, TFEI), щоб підготувати вказівки для інвентаризації викидів, що підводять підсумок рекомендацій CORINAIR/UNECE щодо методів перевірки й оцінки. Мета розвитку інвентаризації UNECE полягала в тому, щоб контролювати поступ у виконанні зобов'язань протоколів згідно з LRTAP. Основними користувачами методів інвентаризацій є країни, які виконують зобов'язання протоколу згідно з LRTAP [5].

Проект CORINAIR був об'єднаний у програму робіт ЕЕА і Європейського центра з викидів у атмосферу (ETC/AE) [6]. Головне завдання ETC/AE полягало в тому, щоб допомогти країнам ЄС, як і іншим європейським країнам, надавати повідомлення про національні інвентаризації відповідно до міжнародних зобов'язань. CORINAIR – це щорічна європейська інвентаризація викидів в атмосферу (з 1994 р.), підготована на підставі Керівництва ЕМЕП/CORINAIR-1996, для якої список забруднювачів було доповнено важкими металами та стійкими органічними забруднювачами (POPs). [7].

Методологія CORINAIR потребує, щоб країна оцінила і підготувала інформацію про викиди з використанням детальної номенклатури джерел забруднення повітря SNAP (Source Nomenclature Air Pollution) і детальної номенклатури територіальних одиниць. Згідно з методологією CORINAIR здійснюється інвентаризація викидів таких шкідливих речовин, як: оксид сірки ( $\text{SO}_x$ ), оксид азоту ( $\text{NO}_x$ ), леткі органічні сполуки (VOCs), аміак ( $\text{NH}_3$ ), монооксид вуглецю (CO), діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), оксид азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) та леткі неметанові органічні сполуки (NMVOCs) [7].

Результати інвентаризації викидів, отриманих згідно з методологією CORINAIR, можуть використовуватися для різних цілей і форматів повідомлення, зокрема, для:

- надання інформації про викиди ПГ у форматі IPCC-1996 згідно з вимогами UNFCCC;
- повідомлення про шкідливі викиди в атмосферу у форматі UNECE/ЕМЕП згідно з вимогами LRTAP;
- отримання інформації у межах механізму моніторингу ЄС про викиди  $\text{CO}_2$  та інші викиди ПГ.

Загальна методика інвентаризації CORINAIR є основною в країнах ЄС для визначення викидів шкідливих газів в атмосферне повітря і ґрунтується на розрахунку валових викидів за визначеними коефіцієнтами (факторами) викидів різних інгредієнтів, що утворюються у ході спалювання палива під час експлуатації устаткування. Реєстр CORINAIR розроблений як загальноєвропейська база, яка може використовуватися для підготовки конкретних реєстрів відповідно до ви-

мог UNFCCC та директив ЄС. Загальна мета інвентаризації полягає у визначенні загальних антропогенних і природних викидів в атмосферу [8].

За допомогою CORINAIR/SNAP викиди забруднювальних речовин (ЗР) від недорожніх транспортних засобів можна розраховувати за спрощеною або деталізованою методиками.

Згідно зі спрощеною методикою CORINAIR/SNAP викиди ЗР  $B_{ЗРi}$  від недорожніх транспортних засобів, до яких належить залізничний транспорт, розраховують за формулою:

$$B_{ЗРi} = \sum_i (K_i \cdot P_i), \quad (1)$$

де  $i$  – вид компонента ЗР ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  тощо);  $K_i$  – середнє значення викидів ЗР  $i$  на одиницю палива;  $P_i$  – витрати палива.

Однак цю методику не завжди можна використати, оскільки статистичні дані щодо використання палива бувають недостатньо детальними. У такому разі використовують комплексну методику, згідно з якою викиди ЗР  $B_{ЗРi}$  від недорожніх транспортних засобів розраховують за формулою:

$$B_{ЗРi} = H \cdot G \cdot C \cdot L \cdot E_i, \quad (2)$$

де  $i$  – вид компонента ЗР ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  тощо);  $H$  – кількість транспортних одиниць;  $G$  – кількість робочих годин на рік;  $C$  – середня потужність;  $L$  – типовий коефіцієнт навантаження;  $E_i$  – середня величина викидів ЗР  $i$  на одиницю вимірювання, г/кВт•год

Параметр  $H$  – кількість транспортних одиниць – класифікується за терміном експлуатації і потужністю. Кількість робочих годин на рік  $G$  визначається для кожної підкатегорії транспорту залежно від індивідуального режиму роботи і строку експлуатації. Коефіцієнт викидів  $E_i$  для кожної ЗР залежить від строку експлуатації і потужності двигуна.

Методика CORINAIR рекомендує застосовувати типовий коефіцієнт навантаження  $L$ , встановлений у стандарті ISO 8178-4:1996 для різних транспортних засобів і рухомих машин, які пройшли різні цикли тестування. Для локомотивів він становить: 0,25 для номінальної швидкості, 0,15 – для проміжної швидкості і 0,6 – для неробочого ходу [9].

Концентрації середньоексплуатаційних питомих викидів ЗР у відпрацьованих газах тепловозних дизелів встановлені у ДСТУ 32.001-94 [10] і не повинні перевищувати значення, наведені у табл. 1.

Таблиця 1

**Концентрації середньоексплуатаційних питомих викидів ЗР у відпрацьованих газах тепловозних дизелів**

Назва ЗР	Норми викидів тепловозних дизелів, г/кВт•год.	
	дизель у експлуатації до двох років	дизель у експлуатації більше від двох років
Оксиди азоту (у перерахунку на двооксид азоту)	18	18
Оксид вуглецю	10	12
Вуглеводні	4	4,5

Система CORINAIR/UNECE використовує тип устаткування або транспортного засобу як фундаментальну підставу для оцінки викидів. Це допомагає досягти високої точності в описанні індивідуального джерела або пересувних джерел і у використанні відповідних факторів емісії для звичайних забруднювачів. Залежно від результатів детальної інвентаризації викидів методологія може використовуватися для об'єднання, розміщення і повідомлення про оцінки викидів ЗР для різних потреб. Наприклад, методологія CORINAIR була поліпшена завдяки введенню статистичних даних енергетичного сектора і дала змогу країнам ЄС повідомляти інформацію про викиди відповідно до Керівних принципів IPCC-1996.

**2. Методологія IPCC-1996 та особливості її застосування.** Після ухвалення Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC, 1992 р.). Міжурядова група експертів з питань зміни клімату (IPCC) розробила відповідне керівництво щодо підготовки сторонами UNFCCC національних інвентаризацій антропогенних викидів з джерел та абсорбції поглиначами всіх ПГ, які не регулюються Монреальським протоколом – керівними принципами IPCC. Базовим документом для підготовки керівних принципів IPCC був посібник з інвентаризації шкідливих викидів у атмосферу – Керівництво ЕМЕР/CORINAIR [7].

Розроблення “Переглянутих керівних принципів IPCC” здійснила робоча група 1 IPCC у межах Програми національних інвентаризацій ПГ IPCC, Організацією з економічної співпраці та розвитку (OECD) та Міжнародним енергетичним агентством (IEA) з метою:

– розроблення і уточнення міжнародно узгодженої методології та програмного забезпечення для

розрахунку та надання звітів про національні інвентаризації викидів ПГ;

– заохочення можливостей широкого використання методології країнами, які беруть участь у роботі IPCC та Сторонами UNFCCC;

– організація системи оброблення інформації для збирання, розгляду та надання національних даних.

Конференція сторін UNFCCC ухвалила і рекомендувала до використання керівні принципи IPCC для підготовки національних повідомлень сторін додатка 1 UNFCCC та сторін, які не входять до додатку 1 UNFCCC.

Методика IPCC-1996 застосовується країнами-учасницями UNFCCC під час підготовки щорічних кадастрів антропогенних викидів ПГ з джерел та їхньої абсорбції поглиначами і ґрунтується на використанні статистичних даних щодо споживання енергії у різних секторах економіки при розрахунках викидів ПГ [2]. Одним з важливих елементів використання цієї методики є визначення коефіцієнтів викидів вуглецю та інших ПГ, які можуть вибирати або за рекомендаціями IPCC (default – “за замовчуванням”), або обчислювати як локальні для певної країни, сектора чи процесу. Оцінюючи викиди, враховують ПГ прямої дії (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) і ПГ непрямой дії (CO, NO<sub>x</sub>, NMVOCs). Методика IPCC-1996 також містить додаткові методології для оцінки викидів гідрофторвуглеців, перфторвуглеців, гексафториду сірки (SF<sub>6</sub>), озону і аерозольних попередників ПГ.

Готуючи кадастри, враховують джерела викидів та поглиначі ПГ за такими основними секторами та галузями економіки, як: енергетика, зокрема паливні галузі; промисловість; транспорт; лісове господарство; сільське господарство; відходи.

Згідно з методикою IPCC-1996 викиди ПГ від мобільних джерел розраховують за загальною формулою:

$$B_{ПГ} = \sum_a \sum_b \sum_v (K_{abv} \cdot E_{abv}), \quad (3)$$

де  $a$  – тип палива (вугілля, дизельне паливо, газ тощо);  $b$  – тип транспортного засобу (локомотив, автомобіль, літак тощо);  $v$  – тип устаткування для контролювання викидів;  $K_{abv}$  – коефіцієнт викиду, кг/ТДж;  $E_{abv}$  – кількість спожитої енергії, ТДж.

Нині розрахунки антропогенних викидів та поглиначів ПГ для підготовки щорічних інвентаризацій відповідно до вимог UNFCCC здійснюють згідно з методикою IPCC-1996 та керівництвом IPCC щодо ефективної практики та врахування чинників невизна-

ченості в національних кадастрах викидів ПГ 2000 р. (GPG-2000) [11]. Результати оформляють у відповідному загальному форматі звітності (Common Reporting Format, CRF), що є набором стандартних таблиць даних, які містять, як правило, числову інформацію, і подають у електронному вигляді.

**3. Відповідності між вихідними категоріями IPCC і CORINAIR у транспортному секторі.** Методології IPCC і CORINAIR були гармонізовані для прямого порівняння обох підходів. Зміни переважно стосувались розділу “Енергетика” переглянутих керівних принципів IPCC-1996, в результаті чого: спалювання біомаси включено в різні вихідні категорії; виробництво електроенергії і тепла включено в сектор, де вони були вироблені, а не в промислові процеси; перетворення викидів легких неметанових органічних сполук (NMVOCs) від дорожнього транспорту в методах Підходу 2<sup>2</sup> IPCC-1996 зроблено сумісним із CORINAIR.

Викиди від споживання та випаровування палива зазначають окремо. Однак в методах Підходу 1 IPCC-1996 усі викиди від дорожнього транспорту входять разом у сектор “Споживання палива”. У перспективі планується гармонізація методу Підходу 2 IPCC-1996 щодо оцінки викидів від авіаційного транспорту.

Виконана гармонізація між категоріями джерел IPCC і CORINAIR. Однак, і методологія IPCC-1996, і програма UNECE/CORINAIR постійно удосконалюються і гармонізуються між собою, стаючи усе суміснішими. Налагоджено постійний контакт між двома програмами, щоб мінімізувати дублювання зусиль та гарантувати, що методологія CORINAIR відповідно до Керівних принципів IPCC-1996 [11].

Розроблено керівництво з практики щодо оцінки викидів ПГ в результаті землекористування, змін у землекористуванні та лісовому господарстві (GPG-LULUCF, 2004 р.). Згідно з рішенням КС UNFCCC (13/CP.9) і документом КС UNFCCC/SBSTA/2004/8, сторони додатка 1 UNFCCC починаючи з 2005 р. повинні надавати інформацію щодо викидів від LULUCF до Секретаріату UNFCCC у відповідних таблицях CRF з використанням GPG-LULUCF [12].

<sup>2</sup> Методи підходу 1 ґрунтуються на оцінці викидів за вмістом вуглецю у різних видах палива (базовий підхід) або на оцінці викидів за основними видами діяльності, пов’язаними зі спалюванням палива (за категоріями джерел). Методи підходу 2 базуються на детальніших оцінках з урахуванням спеціальних даних щодо типу обладнання та застосуванням усереднених коефіцієнтів викидів.

Експертами IPCC та Секретаріату UNFCCC здійснюється перегляд методології IPCC-1996 р. і розробляється нове керівництво IPCC 2006 р. для підготовки інвентаризацій викидів та поглинання ПГ (IPCC-2006), яка ґрунтуватиметься на чинній методології IPCC-

1996, елементах керівництв GPG-2000 і GPG-LULUCF та методиці CORINAIR-2004.

Відповідність між вихідними категоріями IPCC-1996 і CORINAIR/SNAP у транспортному секторі подані в табл. 2.

Таблиця 2

**Відповідність між вихідними категоріями IPCC-1996 і CORINAIR/SNAP  
у транспортному секторі**

Категорії IPCC 1996	Категорії CORINAIR/SNAP
1 Енергетика: 1.А Спалювання палива 3 Транспорт	07 Дорожній транспорт
1.А.3(а) Транспорт – цивільна авіація (1- міжнародна)	080502 Міжнародні авіаційні перевезення 080504 Міжнародні перевезення (круїзи) (>1000 м)
1.А.3(а) Транспорт – цивільна авіація (2- внутрішня)	080501 Внутрішні авіаційні перевезення 080503 Національні перевезення (круїзи) (>1000 м)
1.А.3(б) Дорожній транспорт (1 – автомобілі)	0701 Пасажирський транспорт*
1.А.3(б) Дорожній транспорт (2 – легкові автомобілі)	0702 Легкові автомобілі < 3,5 тонн*
1.А.3(б) Дорожній транспорт (3 – вантажні автомобілі і автобуси)	0703 Вантажні автомобілі > 3,5 тонн і автобуси*
1.А.3(б) Дорожній транспорт (4 – мотоцикли)	0704 Мопеди і мотоцикли < 50 см <sup>3</sup> 0705 Мотоцикли > 50 см <sup>3</sup>
1.А.3(б) Дорожній транспорт	0706 Випаровування бензину у транспортних засобах
1.А.3(с) Транспорт – залізничний	0802 Залізничний транспорт 080201 Маневрові локомотиви 080202 Залізничні вагони 080203 Локомотиви
1.А.3(д) Транспорт – морський та річковий	0803 Річковий транспорт 080301 Яхти з додатковими двигунами 080302 Моторні човни / катери 080303 Індивідуальний річковий транспорт 080304 Річкові баржі
1.А.3(д) Транспорт – морський та річковий/ 2-національний	0804 Морський транспорт 080402 Національний морський транспорт у зоні дії ЕМЕР
1.А.3(д) Транспорт – морський та річковий / 1-міжнародний морський транспорт (бункер)	080404 Міжнародний морський транспорт (міжнародний бункер)
1.А.3(е) Транспорт – інші	0810 Інший недержавний транспорт
1.А.4 Інші сектори 1.А.4(с) Спалювання палива в невеликих кількостях – сільське господарство/ лісове господарство/ рибальство	080403 Національне рибальство
1.А.4(с) Спалювання палива в невеликих кількостях – сільське господарство/ лісове господарство/ рибальство	0806 Сільське господарство 0807 Лісове господарство
1.А.4(с) Спалювання палива в невеликих кількостях – житловий сектор	0809 Присадибне господарство та садівництво
1.А.5 Інше	08 Інші мобільні джерела та механізовані засоби 0801 Військова промисловість
Пам'ятки. Міжнародні бункери: Авіаційний транспорт	0805 Авіаційний транспорт 080502 Міжнародні авіаційні перевезення 080504 Міжнародні перевезення (круїзи) (>1000 м)
Морський транспорт	080404 Міжнародний морський транспорт (міжнародний бункер)
Викиди CO <sub>2</sub> при спалюванні біомаси	Спалювання біомаси за категоріями 01, 02, 03, 07, 08
* Бензинові та дизельні транспортні засоби розділяють, пов'язуючи їх з відповідними категоріями палива	

**4. Національна методика оцінки викидів забруднювальних речовин від залізничного транспорту.** В Україні розрахунки викидів ЗР в атмосферу від залізничного транспорту здійснюють згідно з “Методикою розрахунку викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами тягового рухомого складу залізничного транспорту” (далі – методика-1998), затвердженою Держкомстатом України та погодженою Мінекобезпеки України (1998 р.) [13]. Згідно з методикою-1998 оцінюються викиди таких ЗР, як: NO<sub>x</sub>, CO, вуглеводні (СН), що утворюються під час спалювання дизельного палива двигунами тепловозів. Крім цього, у методиці-1998 наведено орієнтовний розрахунок максимальних викидів сажі від тепловозних дизелів у експлуатації та розрахунок викидів оксиду сірки (SO<sub>2</sub>) (фактичних та максимальних), залежно від вмісту сірки у паливі.

Згідно з національною методикою-1998 викиди ЗР на місяць (рік) від залізничного транспорту розраховують за формулою:

$$B_{ЗР} = \sum_m (K_m \cdot P_m), \quad (4)$$

де *m* – серія тепловоза; *K<sub>m</sub>* – сталий коефіцієнт для кожної серії тепловозів (магістральний, маневровий, вивізний); *P<sub>m</sub>* – витрати палива однією секцією тепловоза за місяць (рік), кг/міс. (кг/рік).

Методика-1998 регламентує порядок розрахунку фактичних і максимальних викидів ЗР залежно від кількості спожитого дизельного палива двигуном тепловоза, його потужності та видів виконуваних робіт. Для визначення максимальних викидів методика-1998 передбачає сталі коефіцієнти для кожного виду робіт і серії тепловозів, що експлуатуються на залізницях України на цей час (табл. 3).

Таблиця 3

**Сталі коефіцієнти викидів забруднювальних речовин з одиниці спожитого палива для кожної серії тепловозів**

Серія тепловоза	Вид роботи, що виконується	K <sub>m</sub>		
		NO <sub>x</sub>	CO	СН
2ТЕ116	Магістральна	0,075	0,050	0,019
2ТЕ10	Магістральна	0,070	0,047	0,018
ТЕП60	Магістральна	0,068	0,045	0,017
ТЕП70	Магістральна	0,075	0,050	0,019
М62	Магістральна	0,058	0,039	0,014
ТЕ3,ТЭ7	Магістральна	0,064	0,043	0,016
ЧМЕЗ	Вивізна	0,074	0,049	0,019
	Манєврова	0,076	0,051	0,019
ТЕМ2	Вивізна	0,073	0,049	0,018
	Манєврова	0,067	0,045	0,017

**5. Порівняння національної Методики-1998 з міжнародними методиками IPCC-1996 і CORINAIR/SNAP.** Загалом, всі описані методики – міжнародні IPCC-1996, CORINAIR/SNAP і національна методика-1998 враховують значний перелік ЗР від мобільних джерел, мають подібні підходи щодо оцінки викидів ЗР в атмосферу від залізничного транспорту.

Національна методика-1998 найкраще відображає специфічні особливості залізничного транспорту України, містить паспортні дані дизелів тепловозів, що експлуатуються в Україні, сталі коефіцієнти викидів ЗР з одиниці спожитого палива для кожної серії тепловозів. Однак за допомогою національної методики-1998 можна розрахувати лише викиди ЗР від тягового рухомого складу на залізницях, а викиди від стаціонарних джерел на підприємствах залізничного транспорту України у ній не враховано.

У IPCC-1996 до джерел викидів ПГ сектора “Енергетика” підсектора 1.А “Спалювання палива” зараховано авіаційний, автомобільний, залізничний та водний транспорт. Це стосується стаціонарних та мобільних джерел, основна діяльність яких пов’язана із споживанням органічного палива та спалюванням біомаси. До них не зараховано установки, які виробляють тепло та електричну енергію і використовуються в технологічному ланцюгу промислових процесів.

CORINAIR/SNAP містить як спрощені, так і комплексні методи з розрахунку викидів ЗР для низки джерел, які не так детально описані в IPCC-1996, наприклад, для таких джерел, як недорожні транспортні засоби, залізниці, внутрішні водні шляхи тощо. Зокрема, CORINAIR/SNAP містить комплексну методику для розрахунку викидів ЗР від залізниць, яка ґрунтується на дослідженнях і методах Агентства з захисту довкілля США (U.S. Environmental Protection Agency, US EPA).

Усі наведені методики враховують значний перелік ЗР від мобільних джерел, однак методика CORINAIR/SNAP охоплює найбільшу кількість речовин, що забруднюють атмосферу – 14, зокрема важкі метали (дев’ять елементів) та стійкі органічні забруднювачі (10 сполук). Національна методика-1998 передбачає оцінку лише чотирьох видів ЗР від залізничного транспорту та викиди сажі, а методика IPCC-1996 – лише викиди 8 ПГ. Отже, методика CORINAIR/SNAP може використовуватись як для оцінки викидів ЗР, так і для оцінки викидів ПГ.

Результати порівняння національної та міжнародних методик щодо кількості ЗР, викиди яких можна розрахувати за їхньою допомогою, наведені у табл. 4.

**Порівняння національної та міжнародних методик щодо кількості ЗР,  
викиди яких можна розрахувати за їхньою допомогою**

№ з/п	Назва ЗР	Методика		
		Методика-1998	CORINAIR/SNAP	IPCC-1996
1	Діоксид вуглецю, CO <sub>2</sub>	-	+	+
2	Монооксид вуглецю, CO	+	+	+
3	Оксид азоту, N <sub>2</sub> O	-	+	+
4	Окисли азоту, NO <sub>x</sub>	+	+	+
5	Метан, CH <sub>4</sub>	-	+	+
6	Окисли сірки, SO <sub>x</sub>	+	+	-
7	Аміак, NH <sub>3</sub>	-	+	-
8	Леткі органічні сполуки, VOC	-	+	-
9	Вуглеводні, CH	+	-	-
10	Леткі неметанові органічні сполуки, NMVOCs	-	+	+
11	Тверді частки	-	+	-
12	Стійкі органічні забруднювачі, POPs	-	+	-
13	Фтористі вуглеводні, HCF	-	+	+
14	Стійкі фтористі вуглеводні, PCF	-	+	+
15	Важкі метали	-	+	-
16	Відпрацьовані гази	+	-	-
17	Сажа	+	-	-

Примітка: "+" облік здійснюється за відповідною методикою; "-" облік не здійснюється.

Принцип ведення статистичної звітності в Україні здійснюється уповноваженими міністерствами та іншими органами центральної виконавчої влади, організаціями не за принципом споживання палива. Тому, наприклад, до звітної статистики залізничного транспорту входить використання вугілля, яке може використовуватись стаціонарними джерелами для опалення підприємств цієї галузі, але яке устаткування для цього використовують і які необхідно застосувати питомі коефіцієнти викидів ПГ, однозначно визначити дуже важко. Водночас, значні обсяги моторних палив – дизельне паливо та інші можуть застосовувати в енергетиці або промисловості, хоча, як правило, їх використовують в автомобільному чи залізничному транспорті, які належать до підприємств відповідних галузей економіки.

Наявні в Україні джерела статистичних даних щодо транспортного сектора – “Паливно-енергетичні ресурси України” та “Статистичні щорічники України”, які щороку видає Держкомстат України [14] – можуть використовуватись для оцінки обсягів виробництва та перероблення, імпорту та експорту окремих видів палива.

Зважаючи на міжнародні зобов’язання, взяті Україною у зв’язку з підписанням Конвенції LRTAP та UNFCCC, інформацію про викиди ПГ та ЗР у

атмосферу необхідно подавати у відповідних формах, зумовлених цими міжнародними угодами. Тому національна методика-1998 потребує доопрацювання та наближення до елементів міжнародних методик, переважно CORINAIR/SNAP та IPCC-1996. Це потребуватиме заходів на національному рівні щодо адаптації і переходу до нових форм статистичних спостережень за екологічним станом довкілля, які передбачатимуть облік забруднення від стаціонарних та мобільних джерел.

Згідно із зобов’язаннями LRTAP, а також відповідно до “Програми реформування державної статистики на період до 2002 року” в Україні здійснюються роботи щодо обліку викидів ЗР у довкілля від мобільних транспортних засобів з урахуванням рекомендацій Статистичної комісії ООН щодо інвентаризації атмосферних викидів CORINAIR.

Держкомстатом України затверджено “Методику розрахунку викидів забруднюючих речовин у повітря від автотранспорту, що перебуває у приватній власності населення” [15] і “Методику розрахунку викидів забруднюючих речовин у повітря автотранспортом, який використовується суб’єктами господарської діяльності та іншими юридичними особами всіх форм власності” [16], за допомогою яких оцінюють обсяги

викидів ЗР у повітря від автомобільного транспорту усіх форм власності. Методики розроблені з урахуванням рекомендацій Статистичної комісії ООН щодо інвентаризації викидів у атмосферу CORINAIR.

### Висновки

1. В результаті аналізу виявлено, що методика CORINAIR/SNAP, порівняно з методикою IPCC-1996 та національною методикою, містить як спрощені, так і комплексні методи з розрахунку викидів ЗР для низки джерел, а також охоплює найбільшу кількість речовин, що забруднюють атмосферу.

2. Наявні міжнародні методики CORINAIR/SNAP та IPCC-1996 щодо оцінки викидів ЗР від залізничного, морського та авіаційного транспорту необхідно адаптувати до умов України, розробивши на їхній основі національні методики.

3. Щоб отримати необхідні дані відповідно до чинних міжнародних методик та національних методик, які необхідно розробити, потрібно здійснити заходи щодо удосконалення ведення статистичної звітності (4-МТП, 2-ТП (повітря), ТХО-2, ЦО-2), перейшовши на нові форми статистичних спостережень за екологічним станом довкілля.

4. Для покращання якості інформації щодо викидів ЗР в атмосферу, яка надається у відповідних форматах на виконання міжнародних угод, необхідні додаткові дослідження щодо уточнення або визначення національних коефіцієнтів викидів ЗР залежно від виду транспорту та типу палива.

1. *Commission of the European Communities, Additional Notes on Completing CORINAIR '90. Draft of November 1992.*  
 2. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. – Vol. 1–3, – IPCC/OECD/IEA, Revised 1996.*  
 3. *Методика розрахунку викидів шкідливих речовин у повітря від авіаційного, водного та залізничного транспорту, затверджена*

*наказом Держкомстату України від 15.09.2003 № 303.*  
 4. *Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами тягового рухомого складу залізничного транспорту, затверджена Держкомстатом України та погоджена Мінекобезпеки України. –1998.*  
 5. *Samaras Z., K.-H. Zierock. Notes on the Assessment of the Emissions of 'Off-Road' Mobile Machinery in the European Community.- XI/193/93-EN.- EEC Report, February 1993.*  
 6. *Величко О. М., Гордієнко Т.Б. Оцінка викидів парникових газів у транспортному секторі // Збірник "Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля". –2003. – № 10 (68). – Част. 2. –С. 31–34.*  
 7. *Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 1<sup>st</sup> Edition, European Environmental Agency. – 1996.*  
 8. *Величко О. М., Гордієнко Т.Б. Міжнародна стандартизація методик оцінки антропогенних викидів парникових газів // Збірник наукових праць КУЕТТ. Серія "Транспортні системи і технології". – К.: КУЕТТ, 2003. – Вип. 4.- С. 249–255.*  
 9. *ISO 8178-4:1996 "Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 4: Test cycles for different engine applications".*  
 10. *ГСТУ 32.001-94 Викиди забруднюючих речовин з відпрацьованими газами тепловозних дизелів. Норми і методи визначення.*  
 11. *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. – IPCC, 2003. –С. 2.7–2.53.*  
 12. *UNFCCC/SBSTA/2004/8 (www.unfccc.int).*  
 13. *Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин від залізничного транспорту, затверджена Держкомстатом України та погоджена Мінекобезпеки України, 1998 р.*  
 14. *www.ukrstat.gov.ua.*  
 15. *Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин у повітря від автотранспорту, що перебуває у приватній власності населення, затверджена наказом Держкомстату України від 15.12.1999 р. № 409.*  
 16. *Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин у повітря автотранспортом, який використовується суб'єктами господарської діяльності та іншими юридичними особами всіх форм власності, затверджена наказом Держкомстату України від 06.09.2000 р. № 293.*