

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ДМИТРА МОТОРНОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ГЕОЕКОЛОГІЇ І ЗЕМЛЕУСТРОЮ**

«Допущено до захисту»
протокол засідання кафедри
№ 6 від « 19 » січня 2026 року
Зав. кафедрою _____ Ганчук М.М.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СВО «Магістр»
за освітньо-професійною програмою «Екологія» зі спеціальності
101 «Екологія»
(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

**на тему: "ОЦІНКА БАГАТОРІЧНОЇ ДИНАМІКИ ТА СТРУКТУРНИХ
ЗМІН ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ У РОЗРІЗІ
КЛЮЧОВИХ СЕКТОРІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ"**

13 ГЗ Д 001 000000 ПЗ

Виконала: <u>студентка</u>	<u>21МБЕК</u> групи		Яна КАПІНУС
		(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник: доцент			Вікторія СКИБА
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Консультант з ОП: доцент			Михайло ЗОРЯ
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль			Вікторія СКИБА
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Запоріжжя, 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет	<u>агротехнологій та екології</u>
Кафедра	<u>геоекології і землеустрою</u>
Освітній рівень	<u>Магістр</u>
Галузь знань	<u>10 Природничі науки</u>
Спеціальність	<u>101 Екологія</u>
Освітня програма	<u>Екологія</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

к.с.-г.н., доцент _____Максим ГАНЧУК

« 10 » жовтня 2025 р

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТКИ _____ Капінус Яни Володимирівни

1. Тема роботи: "Оцінка багаторічної динаміки та структурних змін викидів парникових газів в Україні у розрізі ключових секторів економічної діяльності "

керівник роботи к.с.-г.н., доцент Скиба Вікторія Павлівна

затверджені наказом Ректора університету від «31» жовтня 2025 р. № _585/2-С

2. Строк подання студентом роботи «_31_» січня 2026 р.

Вихідні дані до роботи: статистичні матеріали, національні інвентаризаційні звіти, міжнародні бази даних, нормативно-правові документи та наукові публікації, що стосуються обліку та аналізу викидів парникових газів в Україні.

Перелік питань, які потрібно розробити: розкрити теоретичні засади формування та впливу парникових газів; проаналізувати міжнародні підходи до інвентаризації викидів парникових газів; охарактеризувати національну систему обліку викидів парникових газів в Україні; проаналізувати багаторічну динаміку сумарних викидів парникових газів в Україні; дослідити тенденції змін викидів за основними видами парникових газів (CO₂, CH₄, N₂O); оцінити вплив соціально-економічних трансформацій на рівень викидів; проаналізувати структурні зміни викидів за секторами економіки; оцінити роль енергетичного сектору як основного джерела викидів; дослідити викиди від промислових процесів та використання продуктів; проаналізувати специфіку викидів у сільському господарстві та секторі LULUCF; оцінити роль сектору відходів у формуванні викидів; здійснити порівняльний аналіз структурних зрушень у викидах парникових газів; визначити потенціал декарбонізації ключових

секторів економіки; оцінити роль державної кліматичної політики та міжнародних зобов'язань України; розробити сценарії подальшої динаміки викидів парникових газів; сформулювати науково обґрунтовані висновки та практичні рекомендації.

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці в галузі	Михайло Зоря, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	15.10.2025	

3. Дата видачі завдання

15.10.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломної роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи чи проекту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Огляд літератури	15.10.2025-20.10.2025	виконано
Аналітичний огляд науково-технічної літератури за темою	20.10.2025-15.11.2025	Виконано
Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	15.11.2025-20.11.2025	Виконано
Результати досліджень та їх узагальнення	20.11.2025-15.12.2025	Виконано
Технологічна частина	15.12.2025-31.12.2025	Виконано
Економічна частина	31.12.2025-04.01.2026	Виконано
Охорона праці в галузі	04.01.2026-12.01.2026	Виконано
Висновки	12-14.01.2026	Виконано
Список використаної літератури	14.01.2026-15.01.2026	Виконано

Студентка _____ Капінус Я.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ Скиба В.П.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Капінус Я. В. «Оцінка багаторічної динаміки та структурних змін викидів парникових газів в Україні у розрізі ключових секторів економічної діяльності». – Кваліфікаційна робота. Кафедра геоекології і землеустрою. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026 р.

Текст викладений на 60 сторінках, містить 4 розділи, 7 рисунків, 30 літературних джерел.

У магістерській роботі здійснено комплексне дослідження багаторічної динаміки та структурних змін викидів парникових газів (ПГ) в Україні у розрізі ключових секторів економічної діяльності. Проблематика скорочення антропогенних викидів ПГ є однією з центральних у сучасній екологічній та кліматичній політиці, оскільки саме вони визначають інтенсивність глобальних кліматичних змін та пов'язаних із ними соціально-економічних і природоохоронних ризиків. Україна, як держава з історично високою енергоємністю виробництва, значною часткою промислового комплексу та трансформаційною економікою, посідає особливе місце у міжнародних процесах боротьби зі зміною клімату.

Дослідження охоплює тривалий часовий період, починаючи з 1990 року і до останнього доступного року офіційної національної звітності, що дозволяє простежити довгострокові тенденції формування викидів ПГ, а також виявити ключові етапи та чинники їх змін. У роботі проаналізовано динаміку сумарних викидів у перерахунку на CO₂-еквівалент, а також розглянуто внесок основних парникових газів — діоксиду вуглецю (CO₂), метану (CH₄) та закису азоту (N₂O).

Особливу увагу приділено секторальній структурі викидів, зокрема енергетичному сектору, промисловим процесам та використанню продуктів, сільському господарству, сектору відходів, а також сектору землекористування, змін у землекористуванні та лісового господарства (LULUCF). Проведено аналіз структурних зрушень у формуванні викидів ПГ, що відбулися внаслідок економічних трансформацій, змін у паливно-енергетичному балансі,

модернізації виробництва, скорочення промислової активності у окремі періоди, а також впливу кризових явищ і воєнних дій.

Методологічною основою дослідження є керівні принципи Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (ІРСС), зокрема підходи до інвентаризації та аналізу викидів парникових газів. У роботі застосовано методи аналізу динамічних рядів, структурно-динамічного та індексного аналізу, статистичного узагальнення, а також графічні методи візуалізації результатів. Інформаційну базу дослідження становлять офіційні дані Національних кадастрів антропогенних викидів та абсорбції парникових газів України, матеріали міжнародних організацій та наукові публікації.

Отримані результати дозволяють виявити ключові закономірності формування та трансформації структури викидів парникових газів в Україні, визначити найбільш вуглецеві сектори економіки та оцінити потенціал їх декарбонізації. Практичне значення роботи полягає у можливості використання результатів дослідження при розробленні та коригуванні національної кліматичної політики, стратегій низьковуглецевого розвитку та заходів зі скорочення викидів ПГ відповідно до міжнародних зобов'язань України.

Ключові слова: парникові гази, кліматична політика, структура викидів, економічні сектори, багаторічна динаміка, Україна, ІРСС.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ.....	6
1.1. Сутність парникових газів та їх роль у зміні клімату.....	6
1.2. Міжнародні підходи до інвентаризації викидів парникових газів (методологія IPCC).....	8
1.3. Національна система обліку викидів парникових газів в Україні.....	10
Висновки до розділу 1.....	13
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ БАГАТОРІЧНОЇ ДИНАМІКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ.....	17
2.1. Динаміка сумарних викидів ПГ за період дослідження.....	17
2.2. Тенденції змін викидів за основними видами парникових газів (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O).....	19
2.3. Вплив соціально-економічних трансформацій на рівень викидів.....	21
Висновки до розділу 2.....	23
РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРНІ ЗМІНИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ЗА СЕКТОРАМИ ЕКОНОМІКИ.....	27
3.1. Енергетичний сектор як основне джерело викидів парникових газів...	27
3.2. Промислові процеси та використання продуктів.....	29
3.3. Сільське господарство та сектор LULUCF.....	32
3.4. Сектор відходів та його роль у формуванні викидів.....	35
3.5. Порівняльний аналіз структурних зрушень.....	37
Висновки до розділу 3.....	39
РОЗДІЛ 4. ПЕРСПЕКТИВИ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ТА НАПРЯМИ КЛІМАТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ.....	42
4.1. Потенціал декарбонізації ключових секторів економіки.....	42
4.2. Роль державної політики та міжнародних зобов'язань.....	44
4.3. Сценарії подальшої динаміки викидів парникових газів.....	47
Висновки до Розділу 4.....	49
ВИСНОВКИ.....	52
Список використаних джерел.....	54

ВСТУП

Зміна клімату є однією з найгостріших глобальних екологічних проблем сучасності. Антропогенні викиди парникових газів, зумовлені економічною діяльністю, відіграють визначальну роль у формуванні сучасних кліматичних змін. Україна, як держава з енергоємною економікою та значною часткою промислового виробництва, є важливим учасником міжнародних кліматичних процесів та стороною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату.

Багаторічна динаміка викидів ПГ в Україні характеризується суттєвими коливаннями, що зумовлені трансформаційними процесами в економіці, структурними змінами у промисловості, енергетиці, аграрному секторі, а також впливом кризових явищ та воєнних дій. У цьому контексті особливої актуальності набуває аналіз не лише абсолютних обсягів викидів, а й їх секторальної структури та довгострокових тенденцій.

Мета роботи – оцінити багаторічну динаміку та структурні зміни викидів парникових газів в Україні у розрізі ключових секторів економічної діяльності.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких **завдань**:

- проаналізувати теоретико-методологічні засади обліку та оцінки викидів ПГ;
- охарактеризувати міжнародні та національні підходи до інвентаризації викидів;
- дослідити динаміку сумарних викидів парникових газів в Україні за багаторічний період;
- здійснити структурний аналіз викидів за основними секторами економіки;
- визначити ключові фактори змін у секторальній структурі викидів;
- окреслити перспективи скорочення викидів у контексті кліматичної політики України.

Об'єкт дослідження – викиди парникових газів, що утворюються в процесі економічної діяльності в Україні.

Предмет дослідження – динаміка та структурні зміни викидів парникових газів у розрізі ключових секторів економіки України.

Методи дослідження

У роботі використано такі методи дослідження: статистичний аналіз, аналіз динамічних рядів, структурно-динамічний та індексний аналіз, графічні методи, методи порівняння та узагальнення, а також методологічні підходи МГЕЗК (IPCC).

Інформаційна база дослідження

Інформаційну базу дослідження становлять Національні кадастри антропогенних викидів та абсорбції парникових газів України, статистичні дані Державної служби статистики України, матеріали РКЗК ООН, МГЕЗК, а також наукові публікації вітчизняних і зарубіжних авторів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

1.1. Сутність парникових газів та їх роль у зміні клімату

Парникові гази є складовими атмосферного повітря, які здатні поглинати та повторно випромінювати інфрачервоне теплове випромінювання, що надходить від поверхні Землі. Завдяки цій властивості вони відіграють ключову роль у формуванні природного парникового ефекту — процесу, який забезпечує підтримання температурного режиму планети, придатного для існування життя [1,2]. Без природного парникового ефекту середня температура поверхні Землі була б приблизно на 33 °C нижчою, що унеможливило б існування сучасних екосистем [3].

До основних парникових газів належать діоксид вуглецю (CO_2), метан (CH_4), закис азоту (N_2O), а також фторвмісні гази (гідрофторвуглеці, перфторвуглеці, гексафторид сірки тощо). Водяна пара також є найпотужнішим природним парниковим газом, однак її концентрація в атмосфері регулюється переважно природними кліматичними процесами і зазвичай не включається до антропогенних інвентаризацій викидів. На рисунку 1.1. показана частка основних парникових газів у світових викидах (CO_2 , CH_4 , N_2O) у CO_2 -еквіваленті (дані Our World in Data).

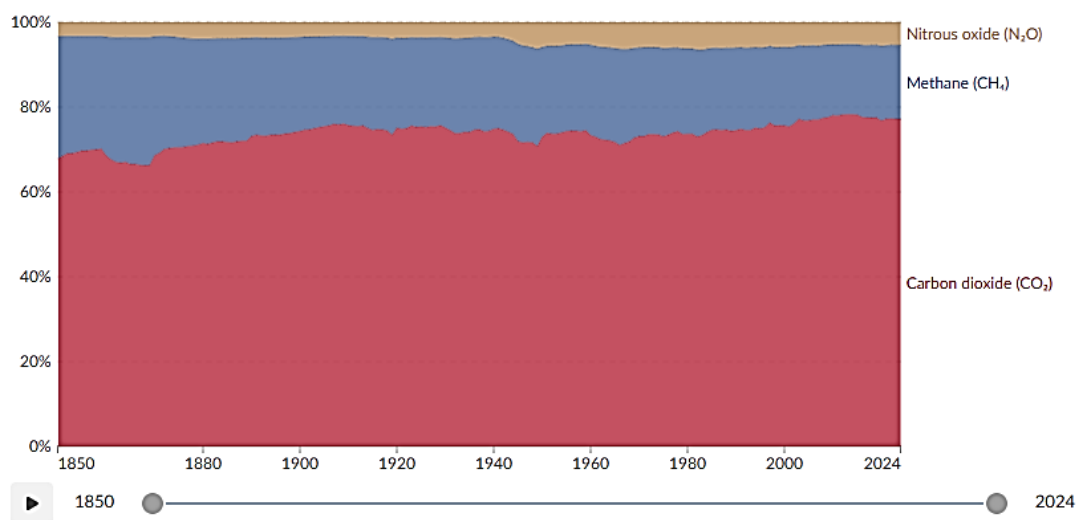


Рис. 1.1. Частка основних парникових газів у світових викидах (CO_2 , CH_4 , N_2O) у CO_2 -еквіваленті; дані Our World in Data.

У сучасних умовах визначальне значення має антропогенне посилення парникового ефекту, зумовлене зростанням концентрацій парникових газів унаслідок господарської діяльності людини. Спалювання викопного палива в енергетичному секторі, промислові процеси, інтенсивне сільське господарство, управління відходами та зміни у землекористуванні призводять до накопичення ПГ в атмосфері, що порушує природний радіаційний баланс Землі та спричиняє глобальне потепління.

Діоксид вуглецю є основним парниковим газом за обсягами антропогенних викидів і формується переважно внаслідок спалювання вугілля, нафти та природного газу, а також у процесах виробництва цементу й змін у землекористуванні. Метан характеризується значно вищим потенціалом глобального потепління порівняно з CO_2 , хоча його концентрація в атмосфері є нижчою. Основними джерелами метану є сільське господарство (ентеричне бродіння, управління гноєм), видобуток і транспортування викопного палива, а також полігони твердих побутових відходів. Закис азоту утворюється головним чином у сільськогосподарському секторі внаслідок застосування азотних добрив і процесів у ґрунтах, а також під час деяких промислових процесів.

Кількісна оцінка впливу різних парникових газів на зміну клімату здійснюється з використанням показника потенціалу глобального потепління (Global Warming Potential, GWP), який відображає здатність конкретного газу акумулювати тепло в атмосфері протягом визначеного періоду часу порівняно з CO_2 . Саме застосування CO_2 -еквіваленту дає змогу агрегувати викиди різних газів і проводити порівняльний аналіз їх впливу на кліматичну систему [1,2].

Зростання концентрацій парникових газів у атмосфері призводить до низки кліматичних змін, зокрема підвищення середньої глобальної температури, зміни режимів опадів, збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, танення льодовиків і підвищення рівня Світового океану. Для України ці процеси проявляються у вигляді зростання середньорічних температур, збільшення кількості посушливих періодів, деградації ґрунтів, зниження водності річок та підвищення ризиків для аграрного виробництва та екосистем.

Таким чином, парникові гази є ключовим чинником сучасних кліматичних змін, а їх науково обґрунтована оцінка та аналіз є необхідною передумовою для формування ефективної кліматичної політики, розроблення стратегій скорочення викидів і переходу до сталого розвитку. Розуміння сутності парникових газів та механізмів їх впливу на клімат створює теоретичну основу для подальшого аналізу динаміки та структурних змін викидів у розрізі економічних секторів.

1.2. Міжнародні підходи до інвентаризації викидів парникових газів (методологія ІРСС)

Міжнародні підходи до інвентаризації викидів парникових газів сформувалися в межах глобальної кліматичної політики та ґрунтуються на положеннях Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату (РКЗК ООН). Відповідно до вимог Конвенції, країни-учасниці зобов'язані здійснювати регулярний облік антропогенних викидів та абсорбції парникових газів, а також подавати національні звіти з метою забезпечення прозорості, порівнянності та оцінки прогресу у скороченні викидів. Науково-методичне забезпечення цього процесу здійснюється Міжурядовою групою експертів зі зміни клімату (ІРСС).

Методологія ІРСС є загальновизнаною основою для формування національних інвентаризацій парникових газів. Вона викладена у Керівних принципах з національних інвентаризацій парникових газів, зокрема у версіях 1996 та 2006 років, а також у доопрацьованих доповненнях і Рефайнменті 2019 року. Застосування цих документів забезпечує єдиний підхід до обліку викидів у глобальному масштабі та дозволяє порівнювати результати різних країн незалежно від рівня їх економічного розвитку.

Відповідно до методології ІРСС, інвентаризація викидів здійснюється за секторальним принципом, що передбачає поділ усіх джерел і поглиначів парникових газів на п'ять основних секторів: енергетика; промислові процеси та використання продуктів; сільське господарство; землекористування, зміни у

землекористуванні та лісове господарство (LULUCF); відходи [30]. Такий підхід забезпечує повне охоплення основних видів антропогенної діяльності та створює можливість для детального аналізу структури викидів.

Основою розрахунку викидів парникових газів у межах методології IPCC є поєднання даних про активність та коефіцієнтів викидів. Дані про активність відображають кількісні характеристики діяльності людини, наприклад обсяги споживання палива, виробництва продукції або площі сільськогосподарських угідь. Коефіцієнти викидів характеризують середню кількість парникових газів, що утворюється на одиницю відповідної діяльності. Загальний обсяг викидів визначається шляхом множення цих двох показників.

Методологія IPCC передбачає використання трьох рівнів методів розрахунку — Tier 1, Tier 2 та Tier 3. Рівень Tier 1 базується на стандартних коефіцієнтах викидів IPCC і є найпростішим у застосуванні, однак має відносно високий рівень невизначеності. Рівень Tier 2 передбачає використання національно специфічних коефіцієнтів викидів та більш деталізованих статистичних даних, що підвищує точність оцінок. Рівень Tier 3 ґрунтується на використанні складних моделей, детальних баз даних і результатів безпосередніх вимірювань, забезпечуючи найвищий рівень точності, але потребуючи значних інформаційних і технічних ресурсів [2].

Важливим елементом методології IPCC є дотримання принципів прозорості, узгодженості, порівнянності, повноти та точності, відомих як принципи ТСССА. Прозорість передбачає чітке документування всіх використаних даних і методів; узгодженість — застосування однакових підходів у часі; порівнянність — можливість співставлення результатів між країнами; повнота — охоплення всіх джерел і газів; точність — мінімізацію систематичних помилок і невизначеностей.

Окрему увагу в межах методології IPCC приділено оцінці невизначеностей результатів інвентаризації. Визначення рівня невизначеності дозволяє оцінити надійність отриманих даних та є важливим інструментом для підвищення якості національних кадастрів. Крім того, результати інвентаризацій проходять

процедури міжнародної експертної перевірки, що сприяє вдосконаленню методів обліку та підвищенню довіри до поданих даних.

Таким чином, методологія IPCC формує універсальну науково обґрунтовану систему інвентаризації викидів парникових газів, яка забезпечує єдині підходи до оцінки антропогенного впливу на клімат. Її застосування є необхідною передумовою для аналізу багаторічної динаміки та структурних змін викидів, розроблення ефективної кліматичної політики та виконання міжнародних зобов'язань у сфері протидії зміні клімату [4].

1.3. Національна система обліку викидів парникових газів в Україні

Національна система обліку викидів парникових газів в Україні є ключовим елементом державної кліматичної політики та інструментом виконання міжнародних зобов'язань у межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН), Кіотського протоколу та Паризької угоди. Формування та розвиток цієї системи відбувалися поступово, у тісному зв'язку з трансформаційними процесами в економіці країни, адаптацією законодавства до міжнародних вимог і впровадженням методологічних підходів Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC).

Україна як сторона РКЗК ООН зобов'язана здійснювати регулярну інвентаризацію антропогенних викидів і абсорбції парникових газів та подавати відповідну звітність до Секретаріату Конвенції. Національна система обліку викидів парникових газів функціонує відповідно до принципів прозорості, повноти, узгодженості, порівнянності та точності, що забезпечує можливість інтеграції національних даних у глобальні кліматичні оцінки.

Інституційною основою національної системи обліку викидів є уповноважені органи державної влади, зокрема центральний орган виконавчої влади у сфері охорони довкілля та кліматичної політики, а також підпорядковані науково-дослідні та аналітичні установи. Вони відповідають за координацію процесу інвентаризації, збір і обробку статистичних даних, застосування

методології IPCC, підготовку Національного кадастру антропогенних викидів та абсорбції парникових газів і подання офіційних звітів на міжнародному рівні.

Національний кадастр викидів парникових газів України охоплює всі основні сектори, визначені методологією IPCC, а саме: енергетику; промислові процеси та використання продуктів; сільське господарство; землекористування, зміни у землекористуванні та лісове господарство (LULUCF); відходи [5]. Для кожного сектору застосовуються відповідні методи розрахунку, що базуються на поєднанні даних про активність і коефіцієнтів викидів, адаптованих до національних умов. На рисунку 1.2. представлена динаміка викидів CO₂ в Україні

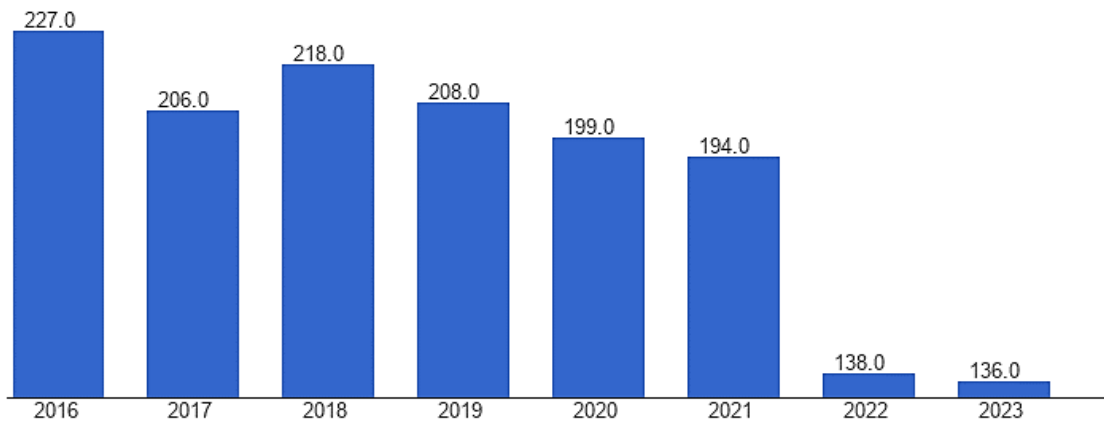


Рис. 1.2. Динаміка викидів CO₂ в Україні

Особливістю національної системи обліку викидів України є домінуюча роль енергетичного сектору у формуванні загального обсягу викидів парникових газів. Це зумовлено історично високою енергоємністю економіки, значною часткою викопного палива в енергетичному балансі та концентрацією промислового виробництва. У зв'язку з цим в національній інвентаризації значна увага приділяється детальному обліку спалювання палива, втрат під час видобутку та транспортування енергоресурсів, а також викидів від виробництва електричної та теплової енергії.

Сектор промислових процесів та використання продуктів охоплює викиди, що виникають не внаслідок спалювання палива, а як результат хімічних і фізичних процесів у виробництві. Для України особливе значення мають викиди

від виробництва цементу, металургійної промисловості, хімічного виробництва та використання фторвмісних газів. Національна система обліку поступово вдосконалюється шляхом переходу від базових методів Tier 1 до більш точних Tier 2, що враховують національно специфічні технологічні особливості.

Сільське господарство є важливим джерелом викидів метану та закису азоту, зокрема внаслідок ентеричного бродіння у тваринництві, управління гноєм, застосування мінеральних та органічних добрив, а також обробітку ґрунтів. У межах національної системи обліку для цього сектору використовуються дані державної статистики, а також розрахункові коефіцієнти, що поступово уточнюються з урахуванням змін у структурі аграрного виробництва.

Сектор землекористування, змін у землекористуванні та лісового господарства (LULUCF) має специфічне значення для України, оскільки поряд із викидами він забезпечує істотний потенціал поглинання вуглецю. Лісові екосистеми, орні землі, пасовища та інші категорії землекористування розглядаються як потенційні поглиначі або джерела парникових газів залежно від характеру управління. Національна система обліку викидів у цьому секторі є однією з найбільш методологічно складних і потребує значних обсягів просторових і статистичних даних.

Сектор відходів охоплює викиди метану та закису азоту, що утворюються на полігонах твердих побутових відходів, у системах очищення стічних вод та під час поводження з промисловими відходами. В Україні цей сектор має тенденцію до зростання відносної частки у загальній структурі викидів, що пов'язано з урбанізаційними процесами та недостатнім рівнем впровадження сучасних технологій поводження з відходами.

Важливою складовою національної системи обліку викидів є система контролю якості та забезпечення якості (QA/QC), яка передбачає перевірку вихідних даних, методів розрахунку та кінцевих результатів. Крім внутрішніх процедур контролю, національні кадастри України проходять міжнародні експертні перевірки, що дозволяє виявляти методологічні недоліки та вдосконалювати систему обліку.

У контексті євроінтеграційних процесів та виконання Паризької угоди національна система обліку викидів парникових газів України набуває додаткового значення як інформаційна основа для формування національно визначеного внеску, стратегій довгострокового низьковуглецевого розвитку та механізмів ринкового регулювання викидів. Достовірність і повнота даних інвентаризації є необхідною умовою для планування заходів з декарбонізації економіки та оцінки їх ефективності [6,22,27].

Таким чином, національна система обліку викидів парникових газів в Україні є складною багаторівневою системою, що поєднує міжнародні методологічні підходи IPCC з національними статистичними та інституційними особливостями. Її подальший розвиток та вдосконалення є ключовою передумовою для аналізу багаторічної динаміки та структурних змін викидів, а також для реалізації ефективної кліматичної політики України в умовах глобальних кліматичних викликів.

Висновки до Розділу 1

У першому розділі магістерської роботи здійснено комплексний аналіз теоретико-методологічних засад оцінки викидів парникових газів та визначено наукові підходи до їх кількісного обліку, структурного аналізу й порівняння у часовому вимірі. Отримані результати дозволяють сформулювати такі узагальнюючі висновки.

Встановлено, що парникові гази є ключовими регуляторами радіаційного балансу атмосфери та визначальними чинниками сучасних кліматичних змін. Їх вплив пов'язаний зі здатністю поглинати та повторно випромінювати довгохвильове теплове випромінювання, що призводить до посилення природного парникового ефекту. Водночас сучасні темпи зростання концентрацій CO₂, CH₄ та N₂O мають переважно антропогенне походження і зумовлені розвитком енергетики, промисловості, транспорту, сільського господарства та змінами у землекористуванні. Таким чином, кліматична

проблема набуває чітко вираженого соціально-економічного характеру, що обумовлює необхідність системного обліку та управління викидами.

Доведено, що оцінка впливу різних газів потребує використання інтегрального показника – CO₂-еквіваленту, який базується на коефіцієнтах глобального потенціалу потепління (GWP). Такий підхід забезпечує можливість порівняння газів із різними фізико-хімічними властивостями, атмосферною тривалістю існування та радіаційною активністю. Використання єдиної виміральної бази створює передумови для формування уніфікованої системи міжнародної звітності та аналізу структурних змін у викидах.

Аналіз міжнародних підходів до інвентаризації викидів засвідчив, що методологія IPCC є універсальною науково обґрунтованою системою розрахунків, яка забезпечує порівнянність національних даних. Її ключовими перевагами є секторальна структура, принципи прозорості, повноти, застосування багаторівневих методів та орієнтація на використання національно специфічних коефіцієнтів викидів. Це дозволяє адаптувати розрахунки до особливостей економічної структури країни та підвищити точність оцінки. Водночас методологія передбачає постійне вдосконалення інвентаризаційної системи, що забезпечує поступове зменшення невизначеності результатів.

Встановлено, що національна система обліку викидів парникових газів України функціонує у відповідності до міжнародних стандартів та інтегрована у глобальну систему кліматичної звітності. Її структурна організація базується на секторальному принципі та включає енергетику, промислові процеси та використання продуктів, сільське господарство, LULUCF та відходи. Наявність механізмів моніторингу, звітності та верифікації (MRV) забезпечує контроль достовірності даних та підвищує їх аналітичну цінність для формування кліматичної політики.

Теоретичний аналіз показав, що оцінка викидів має не лише кількісний, а й структурний вимір. Дослідження секторального розподілу дозволяє виявити домінуючі джерела формування викидів та визначити пріоритетні напрями декарбонізації. Таким чином, методологія інвентаризації є не лише інструментом звітності, а й базою для стратегічного планування у сфері сталого розвитку.

Обґрунтовано важливість поєднання екологічних та економічних підходів до аналізу викидів. Парникові гази виступають не лише екологічним індикатором, а й показником структурної ефективності економіки. Зниження вуглецевої інтенсивності виробництва свідчить про технологічну модернізацію та підвищення енергоефективності. Відтак інвентаризація викидів може розглядатися як інструмент оцінки екологічної конкурентоспроможності держави.

У ході теоретичного узагальнення визначено, що довгостроковий аналіз викидів повинен враховувати вплив соціально-економічних трансформацій, кризових явищ та структурних реформ. Саме ці чинники зумовлюють різкі зміни в обсягах та структурі викидів, що особливо актуально для України у контексті економічних реформ, трансформації енергетичного сектору та геополітичних викликів.

Сформовано методичну основу для подальшого дослідження багаторічної динаміки та структурних змін викидів. Визначено доцільність застосування методів порівняльного аналізу, структурної декомпозиції, оцінки питомих показників та сценарного прогнозування. Такий комплексний підхід дозволяє забезпечити наукову обґрунтованість результатів та сформулювати практичні рекомендації.

Доведено, що інтеграція національної системи обліку в міжнародну кліматичну архітектуру створює додаткові можливості для залучення фінансових ресурсів, трансферу технологій та підвищення інституційної спроможності у сфері управління викидами. Водночас це покладає на державу відповідальність за підвищення точності інвентаризації та забезпечення прозорості даних.

Таким чином, результати першого розділу формують науково-методологічну основу для подальшого аналізу багаторічної динаміки та структурних змін викидів парникових газів в Україні. Визначені теоретичні положення дозволяють перейти від загального розуміння природи парникових газів до кількісної оцінки їх трансформації у розрізі секторів економіки та обґрунтування перспектив скорочення викидів.

Розділ 1 забезпечує концептуальне підґрунтя для комплексного дослідження, поєднуючи фізико-кліматичні аспекти проблеми з економічними та інституційними механізмами управління. Це дозволяє розглядати процес декарбонізації не лише як екологічну необхідність, а як стратегічний напрям модернізації економіки України в умовах глобальних кліматичних викликів.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ БАГАТОРІЧНОЇ ДИНАМІКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ

2.1. Динаміка сумарних викидів ПГ за період дослідження

Аналіз багаторічної динаміки сумарних викидів парникових газів є необхідною складовою оцінки кліматичного впливу економічної діяльності країни та дозволяє виявити ключові тенденції, етапи трансформації та чинники змін у вуглецевому балансі. Для України динаміка викидів парникових газів характеризується значною мінливістю, що зумовлено як структурними змінами в економіці, так і впливом зовнішніх соціально-економічних та політичних факторів.

Період дослідження, який зазвичай охоплює часовий інтервал від 1990 року до останнього доступного року офіційної звітності, є репрезентативним для аналізу довгострокових тенденцій. Початок 1990-х років характеризувався максимальними обсягами сумарних викидів парникових газів, що було зумовлено високим рівнем промислового виробництва, домінуванням енергоємних галузей та значною залежністю від викопного палива. У цей період економіка України функціонувала в межах радянської виробничої моделі, що передбачала інтенсивне використання ресурсів без урахування екологічних обмежень.

Подальший період трансформації економіки супроводжувався різким скороченням промислового виробництва, зменшенням обсягів споживання енергоресурсів і, відповідно, істотним зниженням сумарних викидів парникових газів. Зменшення викидів у 1990-х роках носило переважно не результативний, а структурно-кризовий характер і було пов'язане не з цілеспрямованою кліматичною політикою, а з економічним спадом, деіндустріалізацією та зниженням рівня господарської активності [5].

У 2000-х роках динаміка сумарних викидів парникових газів набула більш стабільного характеру. Відновлення економічного зростання, зростання

промислового виробництва та споживання енергії зумовили певне підвищення обсягів викидів порівняно з мінімальними значеннями попереднього десятиліття. Водночас рівень викидів залишався суттєво нижчим за базовий рівень початку 1990-х років, що свідчить про часткову зміну структури економіки та зниження її загальної енергоємності [20].

Наступні періоди характеризуються хвилеподібною динамікою сумарних викидів парникових газів, яка відображає вплив економічних криз, коливань на світових ринках енергоресурсів, змін у промисловій структурі та енергетичному балансі країни. Окремі роки демонструють зниження викидів унаслідок скорочення виробництва, тоді як в періоди економічного пожвавлення спостерігається їх часткове зростання.

Особливий вплив на динаміку сумарних викидів парникових газів мали події останнього десятиліття, зокрема структурні зрушення в енергетичному секторі, зменшення обсягів важкої промисловості, а також воєнні дії, що призвели до втрати або зупинки значної частини промислових потужностей. Ці фактори зумовили чергове суттєве скорочення викидів, яке, однак, знову ж таки має переважно вимушений, а не системний характер. На рис. 2.1. показаний обсяг викидів парникових газів України

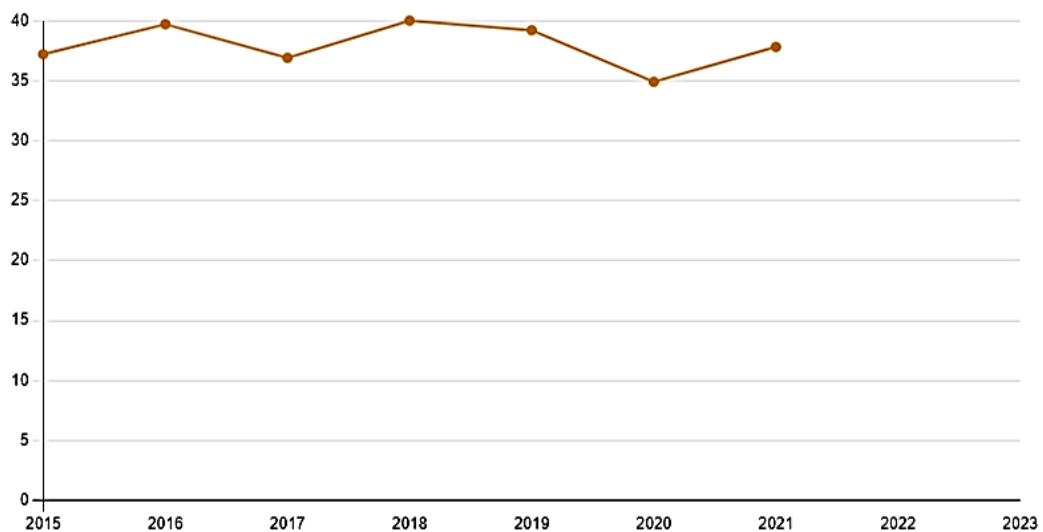


Рис. 2.1. Обсяг викидів парникових газів України у % до рівня 1990 року

У загальному підсумку багаторічна динаміка сумарних викидів парникових газів в Україні свідчить про значне зниження їх рівня порівняно з базовим роком, проте таке скорочення не завжди є наслідком цілеспрямованої політики декарбонізації. Значна частка зменшення викидів обумовлена економічними трансформаціями, спадом виробництва та структурними втратами в окремих секторах економіки.

Для коректної оцінки динаміки сумарних викидів важливим є використання показників у перерахунку на CO₂-еквівалент, що дозволяє агрегувати викиди різних парникових газів з урахуванням їх потенціалу глобального потепління. Такий підхід дає змогу здійснювати порівняльний аналіз у часі та забезпечує узгодженість з міжнародними стандартами звітності.

Отже, аналіз багаторічної динаміки сумарних викидів парникових газів в Україні демонструє складний і нерівномірний характер змін, що відображає поєднання економічних, структурних і політичних чинників [17]. Отримані результати створюють аналітичну основу для подальшого детального розгляду секторальної структури викидів, оцінки ролі окремих галузей економіки та визначення пріоритетних напрямів скорочення викидів у контексті сталого розвитку та кліматичної політики України.

2.2. Тенденції змін викидів за основними видами парникових газів (CO₂, CH₄, N₂O)

Аналіз тенденцій змін викидів парникових газів за окремими їх видами є важливим етапом дослідження багаторічної динаміки, оскільки дозволяє виявити специфіку формування вуглецевого навантаження в різних секторах економіки та оцінити внесок кожного газу у загальний кліматичний вплив. В Україні структура викидів парникових газів традиційно формується трьома основними компонентами — діоксидом вуглецю (CO₂), метаном (CH₄) та закисом азоту (N₂O), кожен з яких має власні джерела утворення, механізми впливу на клімат та динаміку змін у часі [9].

Діоксид вуглецю є домінуючим парниковим газом за обсягами викидів і визначає основні тенденції зміни сумарних викидів в Україні. Основними джерелами CO₂ є спалювання викопного палива в енергетичному секторі, промисловості та транспорті, а також промислові процеси, зокрема виробництво цементу. У початковий період дослідження обсяги викидів CO₂ були надзвичайно високими, що відповідало енергоємній структурі економіки та значній частці вугілля й природного газу в паливно-енергетичному балансі.

У 1990-х роках спостерігалось різке скорочення викидів діоксиду вуглецю, зумовлене спадом промислового виробництва, зменшенням споживання енергоресурсів та зупинкою значної кількості підприємств. Це зниження мало переважно кризовий характер і не супроводжувалося системними заходами з підвищення енергоефективності. У подальші роки динаміка викидів CO₂ характеризувалась відносною стабілізацією з незначними коливаннями, які відображали економічні цикли та зміни у структурі енергоспоживання.

Метан є другим за значущістю парниковим газом в Україні з огляду на його високий потенціал глобального потепління. Основними джерелами викидів CH₄ є сільське господарство, зокрема тваринництво, видобуток і транспортування природного газу, а також сектор відходів. Динаміка викидів метану має більш інерційний характер порівняно з CO₂, оскільки значна частина джерел метану пов'язана з біологічними процесами та інфраструктурними особливостями [25].

Упродовж досліджуваного періоду викиди метану демонстрували поступову тенденцію до зниження, що було зумовлено скороченням поголів'я великої рогатої худоби, зменшенням обсягів видобутку вугілля, а також частковою модернізацією газотранспортної системи. Водночас у секторі відходів упродовж тривалого часу спостерігалось зростання викидів CH₄, пов'язане з накопиченням твердих побутових відходів і недостатнім рівнем впровадження технологій їх утилізації та дегазації полігонів.

Закис азоту є третім за обсягами викидів парниковим газом, проте відіграє важливу роль з огляду на його надзвичайно високий потенціал глобального потепління. Основними джерелами викидів N₂O в Україні є сільське господарство, зокрема застосування мінеральних і органічних добрив, обробіток

ґрунтів, а також окремі промислові процеси [18]. Динаміка викидів закису азоту є менш вираженою у порівнянні з CO_2 і CH_4 , що пояснюється відносною стабільністю аграрного виробництва та практик землекористування.

У 1990-х роках скорочення обсягів сільськогосподарського виробництва призвело до зменшення викидів N_2O , однак у подальшому ці показники залишалися відносно стабільними з незначними коливаннями. Зростання інтенсивності землеробства та використання азотних добрив у окремі періоди сприяло частковому підвищенню викидів закису азоту, що свідчить про наявність потенційних ризиків зростання цього компонента в структурі парникових газів.

Загалом аналіз тенденцій змін викидів за основними видами парникових газів в Україні свідчить про домінуючу роль діоксиду вуглецю у формуванні сумарного обсягу викидів, водночас підкреслюючи важливість контролю за викидами метану та закису азоту з огляду на їх високий кліматичний ефект. Виявлені тенденції підтверджують необхідність диференційованого підходу до скорочення викидів з урахуванням специфіки джерел утворення кожного газу та секторальних особливостей економіки.

Отримані результати створюють аналітичну основу для подальшого секторального аналізу викидів парникових газів, оцінки структурних змін у формуванні вуглецевого навантаження та визначення пріоритетних напрямів кліматичної політики України.

2.3. Вплив соціально-економічних трансформацій на рівень викидів

Рівень викидів парникових газів у будь-якій країні є безпосереднім відображенням характеру та інтенсивності соціально-економічних процесів. Для України багаторічна динаміка викидів парникових газів тісно пов'язана з глибокими трансформаціями економічної системи, змінами структури виробництва, енергетичного балансу та суспільних відносин. На відміну від країн, де скорочення викидів відбувалося внаслідок цілеспрямованої кліматичної

політики, в Україні значна частина змін має трансформаційний та кризовий характер.

Початковий етап досліджуваного періоду характеризується різким спадом економічної активності, який розпочався на початку 1990-х років. Руйнування традиційних виробничих зв'язків, зниження обсягів промислового виробництва, скорочення енергоспоживання та деіндустріалізація призвели до істотного зменшення викидів парникових газів. Однак це скорочення не супроводжувалося модернізацією виробництва або підвищенням енергоефективності, що свідчить про його вимушений характер.

У подальші роки економічне відновлення сприяло зростанню попиту на енергоресурси та частковому збільшенню обсягів викидів. Водночас структура економіки зазнала певних змін: зменшилася роль важкої промисловості, зросла частка сфери послуг, відбулося поступове скорочення питомої енергоемності валового внутрішнього продукту. Це призвело до формування відносного розриву між темпами економічного зростання та зростанням викидів парникових газів.

Важливим чинником впливу на рівень викидів стала трансформація енергетичного сектору. Зміни у паливно-енергетичному балансі, зокрема зменшення споживання вугілля, часткове оновлення енергогенеруючих потужностей та зростання частки відновлюваних джерел енергії, сприяли стримуванню зростання викидів діоксиду вуглецю. Разом із тим повільні темпи модернізації інфраструктури та збереження високого рівня втрат енергії залишаються суттєвими обмежувальними чинниками.

Соціально-економічні трансформації також істотно вплинули на аграрний сектор. Скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин у 1990-х роках призвело до зменшення викидів метану, тоді як подальша інтенсифікація рослинництва та застосування мінеральних добрив зумовили стабілізацію або незначне зростання викидів закису азоту. Таким чином, зміни у структурі сільського господарства мають диференційований вплив на окремі види парникових газів [9].

Окрему роль у формуванні динаміки викидів відіграють демографічні та соціальні процеси. Скорочення чисельності населення, зменшення обсягів споживання та урбанізаційні тенденції вплинули на структуру попиту на енергію, транспортні послуги та житлово-комунальний сектор. Це, у свою чергу, відобразилося на рівні викидів, зокрема у секторі енергетики та відходів.

Суттєвий вплив на рівень викидів парникових газів мали також економічні та фінансові кризи, які періодично виникали впродовж досліджуваного періоду. Скорочення виробництва, зменшення інвестиційної активності та зниження обсягів експорту призводили до тимчасового зниження викидів. Водночас відсутність системних інвестицій у чисті технології обмежувала довгостроковий позитивний ефект таких змін.

Події останніх років, зокрема воєнні дії, спричинили значні структурні втрати економіки, руйнування промислових і енергетичних об'єктів, порушення логістичних ланцюгів та скорочення обсягів виробництва. Це призвело до чергового різкого зниження викидів парникових газів, яке, однак, має виключно вимушений характер і супроводжується значними соціально-економічними втратами.

У підсумку соціально-економічні трансформації в Україні справили визначальний вплив на рівень та динаміку викидів парникових газів. Хоча загальна тенденція скорочення викидів є очевидною, вона значною мірою обумовлена структурними та кризовими чинниками, а не системною реалізацією кліматичної політики [13,15,20]. Це підкреслює необхідність переходу від пасивного скорочення викидів до активної декарбонізації економіки, заснованої на модернізації виробництва, підвищенні енергоефективності та впровадженні інноваційних технологій.

Висновки до Розділу 2

У другому розділі магістерської роботи здійснено комплексний аналіз багаторічної динаміки викидів парникових газів в Україні, досліджено зміну їх абсолютних і відносних показників, виявлено структурні трансформації за

видами газів та визначено вплив соціально-економічних чинників на формування загального кліматичного навантаження. Отримані результати дозволяють сформулювати такі науково обґрунтовані висновки.

Встановлено, що динаміка сумарних викидів парникових газів в Україні протягом періоду дослідження характеризується вираженою нерівномірністю та залежністю від глибоких соціально-економічних трансформацій. Найбільші обсяги викидів фіксувалися на початку 1990-х років, що було пов'язано з високим рівнем індустріалізації, значною енергоємністю виробництва та домінуванням вуглецевої інтенсивних технологій. Подальше різке скорочення викидів у 1990-х роках зумовлене не стільки системною кліматичною політикою, скільки структурним спадом промислового виробництва та зменшенням споживання енергоресурсів.

Виявлено, що у 2000–2008 роках спостерігалася відносна стабілізація та часткове зростання викидів, що відповідало періоду економічного відновлення та активізації промислової діяльності. Однак рівень викидів не досяг показників базового 1990 року, що свідчить про певне зниження вуглецевої інтенсивності економіки. Це дозволяє зробити висновок про поступову, хоча й неповну, модернізацію окремих секторів та підвищення енергоефективності.

Подальші коливання динаміки викидів після 2008 року чітко корелюють із кризовими явищами в економіці та структурними змінами у промисловому комплексі. Фінансово-економічна криза, трансформаційні процеси в енергетиці, скорочення обсягів виробництва у важкій промисловості та зміни у структурі споживання енергоресурсів суттєво вплинули на обсяги викидів. Таким чином, багаторічна динаміка викидів в Україні відображає не лише екологічні тенденції, а й глибокі економічні цикли та трансформаційні процеси.

Аналіз структури викидів за основними видами парникових газів (CO_2 , CH_4 , N_2O) показав стабільне домінування діоксиду вуглецю, частка якого у CO_2 -еквіваленті є визначальною. Це підтверджує ключову роль енергетики та промисловості у формуванні кліматичного навантаження. Водночас викиди метану та закису азоту мають більш стабільний характер і тісно пов'язані з

діяльністю аграрного сектору, управлінням відходами та специфікою технологічних процесів.

Встановлено, що відносна частка метану у загальному балансі викидів зменшувалася повільніше порівняно з CO₂, що свідчить про недостатню ефективність заходів у сфері управління відходами та тваринництва. Викиди N₂O демонструють залежність від інтенсивності використання мінеральних добрив та структури сільськогосподарського виробництва. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до регулювання не лише енергетичного, а й аграрного сектору.

Дослідження впливу соціально-економічних трансформацій засвідчило, що скорочення викидів у періоди економічного спаду не є результатом цілеспрямованої декарбонізації, а відображає зниження виробничої активності. Натомість стійке зменшення вуглецевої інтенсивності можливе лише за умов технологічної модернізації, структурної перебудови економіки та впровадження інноваційних рішень. Отже, тимчасове зниження викидів у кризові періоди не може розглядатися як довгострокова кліматична стратегія.

Встановлено тенденцію до поступового зменшення енергоємності валового внутрішнього продукту, що свідчить про часткове підвищення ефективності використання енергоресурсів. Водночас рівень вуглецевої інтенсивності економіки України залишається вищим, ніж у більшості розвинених країн, що обумовлює наявність значного потенціалу для подальшого скорочення викидів.

Структурний аналіз показав, що зміни у галузевій структурі економіки безпосередньо відображаються у динаміці викидів. Зменшення частки важкої промисловості та зростання ролі сфери послуг сприяють відносному скороченню викидів. Проте повноцінний перехід до низьковуглецевої моделі розвитку потребує системних реформ та інвестицій у «зелені» технології.

Багаторічна динаміка викидів свідчить про наявність значного розриву між фактичним рівнем викидів та потенційними можливостями їх скорочення. Україна вже демонструє нижчий рівень викидів порівняно з 1990 роком, проте це скорочення значною мірою має структурно-економічне, а не технологічне

походження. Отже, подальше досягнення кліматичних цілей потребує активної державної політики та інвестиційної підтримки.

Проведений аналіз створює наукову основу для розроблення сценаріїв подальшої динаміки викидів. Виявлені тенденції дозволяють прогнозувати, що за відсутності активної декарбонізаційної політики можливе часткове зростання викидів у разі економічного відновлення. Водночас реалізація комплексних заходів з модернізації енергетики, промисловості та аграрного сектору здатна забезпечити стале скорочення вуглецевого навантаження.

Таким чином, результати Розділу 2 свідчать, що багаторічна динаміка викидів парникових газів в Україні є складним багатофакторним процесом, який відображає взаємодію економічних, технологічних та соціальних чинників. Зниження викидів, зафіксоване протягом досліджуваного періоду, не може розглядатися виключно як результат кліматичної політики, оскільки значною мірою обумовлене трансформаційними кризами та структурною перебудовою економіки.

Отже, науковий аналіз підтверджує необхідність переходу від пасивного скорочення викидів, спричиненого економічними спадами, до активної стратегії декарбонізації, що базується на інноваціях, підвищенні енергоефективності та модернізації ключових секторів. Саме така модель дозволить забезпечити довгострокову стабілізацію та поступове зниження викидів парникових газів в Україні відповідно до міжнародних кліматичних зобов'язань і принципів сталого розвитку.

РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРНІ ЗМІНИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ЗА СЕКТОРАМИ ЕКОНОМІКИ

3.1. Енергетичний сектор як основне джерело викидів парникових газів

Енергетичний сектор традиційно відіграє провідну роль у формуванні структури викидів парникових газів в Україні та є основним джерелом антропогенного вуглецевого навантаження. Його домінування зумовлене високою енергоемністю економіки, історично сформованою структурою паливно-енергетичного балансу, а також значною часткою викопного палива у виробництві електричної та теплової енергії. У межах національної інвентаризації викидів парникових газів до енергетичного сектору відносять викиди від спалювання палива у стаціонарних і пересувних джерелах, а також викиди, пов'язані з видобутком, транспортуванням і розподілом енергоресурсів.

У базовому періоді дослідження енергетичний сектор формував переважну частку сумарних викидів парникових газів, що було наслідком домінування важкої промисловості, централізованої енергогенерації та широкого використання вугілля і природного газу. Високі обсяги споживання палива в поєднанні з низьким рівнем енергоефективності призводили до значних викидів діоксиду вуглецю, який становив основну частку в структурі парникових газів цього сектору [10].

Багаторічна динаміка викидів енергетичного сектору тісно пов'язана з соціально-економічними трансформаціями, що відбувалися в Україні. У 1990-х роках різке скорочення промислового виробництва та зниження споживання енергоресурсів призвели до істотного зменшення обсягів викидів. Водночас таке скорочення не супроводжувалося структурною модернізацією енергетичного сектору, а мало переважно кризовий характер.

У подальші роки, на тлі часткового економічного відновлення, спостерігалось відносне зростання або стабілізація викидів енергетичного сектору. Однак їх рівень залишався суттєво нижчим порівняно з початковим

періодом, що свідчить про певні структурні зрушення, зокрема скорочення частки найбільш енергоємних виробництв та поступове зниження питомої енергоємності валового внутрішнього продукту.

Структура викидів енергетичного сектору є неоднорідною і включає кілька ключових підсекторів. Найбільший внесок формують викиди від спалювання палива у стаціонарних джерелах — електростанціях, теплоелектроцентралях, промислових котельнях та установках централізованого теплопостачання. Значну частку також становлять викиди від транспорту, які пов'язані зі спалюванням нафтопродуктів у дорожньому, залізничному та авіаційному сполученні.

Окрему увагу в структурі викидів енергетичного сектору заслуговують викиди метану, що виникають у процесах видобутку, зберігання та транспортування природного газу, а також під час видобутку вугілля. Хоча за обсягами ці викиди є меншими порівняно з викидами CO₂, їхній внесок у загальний кліматичний ефект є суттєвим з огляду на високий потенціал глобального потепління метану [10]. Проблема втрат газу в газотранспортній системі та шахтного метану залишається актуальною для України.

Структурні зміни в енергетичному секторі в останні десятиліття характеризуються поступовим зменшенням ролі вугілля, диверсифікацією джерел енергії та зростанням частки відновлюваних джерел. Впровадження сонячної, вітрової та біоенергетики сприяє зниженню вуглецевої інтенсивності виробництва електроенергії, однак їх частка у загальному енергетичному балансі поки що залишається відносно невеликою [21].

Важливим чинником впливу на структуру викидів є стан енергетичної інфраструктури. Значна зношеність генеруючих потужностей, теплових мереж і систем передачі електроенергії призводить до високих втрат енергії та, відповідно, додаткових викидів парникових газів. Повільні темпи модернізації та обмежені інвестиційні ресурси стримують перехід до більш екологічно ефективних технологій.

Події останніх років, зокрема воєнні дії та пов'язані з ними руйнування енергетичної інфраструктури, істотно вплинули на обсяги та структуру викидів

енергетичного сектору. Зменшення виробництва електроенергії, скорочення промислового споживання та втрати генеруючих потужностей призвели до тимчасового зниження викидів. Водночас ці процеси супроводжуються значними соціально-економічними втратами та не можуть розглядатися як сталий шлях декарбонізації. На рисунку 3.1. показане порівняння структурних викидів парникових газів за секторами економіки в Україні за 2021 рік.



Рис. 3.1. Структура викидів парникових газів в Україні по секторах (дані Національного кадастру антропогенних викидів)

У підсумку енергетичний сектор залишається ключовим джерелом викидів парникових газів в Україні та визначає загальну структуру вуглецевого навантаження. Структурні зміни, що відбуваються в цьому секторі, мають вирішальне значення для досягнення національних цілей зі скорочення викидів. Перехід до низьковуглецевої енергетики, підвищення енергоефективності та модернізація інфраструктури є основними напрямками зменшення кліматичного впливу енергетичного сектору та формування сталого розвитку економіки України.

3.2. Промислові процеси та використання продуктів

Промислові процеси та використання продуктів становлять другий за значенням сектор у структурі викидів парникових газів в Україні після

енергетики. Цей сектор охоплює викиди, що виникають не внаслідок спалювання палива, а як результат хімічних, фізико-хімічних та біохімічних процесів, що відбуваються у виробництві та використанні промислових продуктів. До ключових джерел викидів цього сектору належать металургія, хімічна промисловість, виробництво цементу та будівельних матеріалів, а також використання фторвмісних газів (F-gases) у холодильних системах та промислового обладнання [2].

В Україні промисловий сектор має історично значну частку у формуванні сумарних викидів парникових газів. Найбільші обсяги CO₂ утворюються у процесах виплавки чавуну та сталі, виробництва цементу та азотних добрив. Металургійна промисловість є джерелом викидів не тільки CO₂, але й інших газів, зокрема вуглеводнів та оксидів азоту, що утворюються у технологічних процесах під час нагрівання та хімічних реакцій. Викиди цементного виробництва зумовлені декарбонізацією вапняку та спалюванням палива для обігріву печей, що робить цей підсектор важливим для оцінки структурних змін у вуглецевому балансі країни.

Хімічна промисловість, включно з виробництвом добрив, пластмас та фармацевтичних продуктів, також значно впливає на сумарні викиди. Викиди закису азоту у хімічному виробництві добрив мають високий потенціал глобального потепління, а промислові технологічні процеси часто супроводжуються утворенням летких органічних сполук, що сприяють додатковому кліматичному навантаженню. Використання фторвмісних газів, таких як гексафторид сірки (SF₆), гідрофторвуглеводи (HFC) та перфторовані сполуки (PFC), хоча і менше за обсягом, але суттєво впливає на потенціал глобального потепління через їхню високочутливу парникову дію.

Багаторічна динаміка викидів у промислових процесах відображає взаємодію економічних, технологічних та структурних чинників. У 1990-х роках, як і в енергетичному секторі, спостерігалось значне скорочення обсягів промислового виробництва, що призвело до зниження викидів парникових газів у промислових підсекторах. Водночас, на відміну від енергетики, частина викидів залишалася стабільною через низький рівень модернізації технологій і

використання старого обладнання, яке характеризувалося високою питомою вуглецевою інтенсивністю.

У 2000-х роках відновлення промислового виробництва супроводжувалося зростанням викидів у металургії та цементній промисловості [2]. Проте часткове впровадження енергоефективних технологій і модернізація окремих підприємств дозволили стримати темпи зростання викидів. Важливо зазначити, що цей період також ознаменувався структурною трансформацією промисловості: зменшення обсягів важкої металургії поєднувалося з нарощуванням виробництва хімічної продукції та споживчих товарів, що змінило профіль викидів та частку окремих газів у структурі парникових газів.

Особливе значення для України мають технологічні процеси у виробництві цементу та будівельних матеріалів. Викиди CO_2 у цьому підсекторі залежать від декарбонізації вапняку та споживання палива у печах, а частка викидів цього підсектора залишається високою через значне будівельне виробництво та інтенсивність використання цементу у національній економіці. Зменшення викидів у цьому підсекторі можливе через підвищення ефективності печей, заміну частини вапняку на альтернативні матеріали та використання низьковуглецевих технологій виробництва цементу.

Методологічно національна інвентаризація викидів у промислових процесах базується на комбінації даних про обсяги виробництва та технологічних коефіцієнтів викидів. Для точності оцінок застосовуються як Tier 1, так і Tier 2 методи IPCC: перші базуються на стандартних коефіцієнтах, тоді як другі — на національно специфічних даних, враховуючи технологічні особливості підприємств та склад сировини.

В останні роки спостерігаються тенденції до зменшення викидів у промисловості завдяки модернізації виробничих процесів, підвищенню енергоефективності та частковому переходу на чистіші технології. Одночасно, впровадження міжнародних стандартів екологічного менеджменту і вимог до скорочення викидів фторвмісних газів у холодильних системах та промислового обладнанні дозволяє поступово зменшувати потенціал глобального потепління, пов'язаний із цим сектором [14].

Разом із тим промислові процеси залишаються значним джерелом парникових газів, а їхній внесок у загальну структуру викидів характеризується стійкістю та інерційністю. Це зумовлено тривалим життєвим циклом технологічного обладнання, обмеженим фінансуванням модернізації та високими капіталовкладеннями, необхідними для впровадження низьковуглецевих технологій.

Таким чином, сектор промислових процесів та використання продуктів у структурі викидів парникових газів в Україні відіграє ключову роль, демонструючи як кризові, так і поступові структурні зміни. Ефективне зменшення викидів у цьому секторі можливо через інтегровані заходи: модернізацію виробництва, впровадження низьковуглецевих технологій, оптимізацію споживання енергоресурсів, контроль за викидами F-gases та стимулювання інновацій у промислових процесах. Реалізація цих заходів є необхідною умовою для формування стабільної та екологічно безпечної промислової політики України, що забезпечує виконання національних та міжнародних зобов'язань у сфері клімату.

3.3. Сільське господарство та сектор LULUCF

Сільське господарство та сектор землекористування, змін у землекористуванні та лісового господарства (LULUCF) є ключовими компонентами структури викидів парникових газів в Україні, що визначають значну частку метану (CH_4) та закису азоту (N_2O) у загальному балансі. Ці сектори мають специфіку впливу на клімат, оскільки поєднують джерела викидів з одночасною можливістю абсорбції парникових газів за рахунок біологічних процесів у ґрунтах та лісових екосистемах. Аналіз багаторічної динаміки викидів у цих секторах дозволяє оцінити структурні зміни у сільськогосподарському виробництві, ефективність управління лісами та стан екосистемних поглиначів вуглецю.

У сільському господарстві основними джерелами викидів метану є ентеричне бродіння у тваринництві та управління гноєм, тоді як викиди закису

азоту формуються у процесі застосування мінеральних і органічних добрив, обробітку ґрунтів та ведення пасовищ. Важливу роль відіграють також технології зрошення, особливо у районах з інтенсивним поливним землеробством, які можуть підсилювати утворення N_2O [18].

Багаторічна динаміка викидів у сільському господарстві характеризується залежністю від структурних змін у аграрному виробництві та демографічних тенденцій. У 1990-х роках спад виробництва та скорочення поголів'я великої рогатої худоби сприяли зниженню викидів метану та частково N_2O . Цей період демонструє кризовий характер скорочення, що відображає економічні трансформації, а не цілеспрямовану кліматичну політику.

У 2000-х роках поступова стабілізація виробництва та інтенсифікація землеробства призвели до стабілізації або незначного зростання викидів азоту. Використання мінеральних добрив, активне ведення рослинництва та підвищення продуктивності тваринництва сприяли формуванню нового балансу викидів, який характеризується диференційованим впливом на окремі компоненти парникових газів. Водночас викиди метану залишалися нижчими порівняно з початковим періодом через скорочення кількості тварин.

Сектор LULUCF має специфічний вплив на формування вуглецевого балансу завдяки одночасній можливості як викидів, так і поглинання парникових газів. Лісові екосистеми, пасовища, орні землі та інші категорії землекористування можуть виступати як джерела викидів при вирубках або деградації, так і як поглиначі вуглецю при збільшенні лісистості або відновленні деградованих земель. В Україні лісові екосистеми забезпечують значний потенціал поглинання CO_2 , що частково компенсує викиди, утворені у сільському господарстві та інших секторах [26].

Важливою особливістю сектору LULUCF є його велика просторово-часова неоднорідність. Регіональні відмінності у ландшафтах, кліматичних умовах, типах ґрунтів та методах ведення лісового і сільськогосподарського господарства визначають локальні коливання викидів і поглинання парникових газів. Наприклад, зони інтенсивного землеробства демонструють високий

потенціал утворення N_2O , тоді як лісисті території у західних і північних регіонах є основними поглиначами CO_2 .

Методологічно національна інвентаризація викидів у сільському господарстві та LULUCF базується на поєднанні статистичних даних, коефіцієнтів викидів IPCC та національно специфічних досліджень. Це дозволяє отримувати оцінки, які враховують особливості ґрунтів, кліматичні умови, технології обробітку ґрунтів та системи ведення тваринництва. Використання Tier 2 та Tier 3 методів підвищує точність оцінки і дозволяє відобразити структурні зміни у секторальних джерелах викидів.

В останні роки у сільському господарстві спостерігаються тенденції до модернізації виробництва та впровадження ефективних технологій управління гноєм і добривами, що дозволяє стримувати темпи зростання N_2O та CH_4 . Сектор LULUCF також демонструє позитивні зрушення завдяки відновленню лісових масивів, відновленню деградованих земель та впровадженню сталих практик ведення лісового господарства.

Разом із тим сектор залишається чутливим до соціально-економічних та кліматичних факторів. Економічні кризи, зміни у структурі аграрного виробництва та кліматичні екстремуми (засухи, повені) можуть істотно змінювати викиди та потенціал поглинання вуглецю. Тому ефективна політика у цьому секторі повинна поєднувати заходи щодо скорочення викидів із заходами щодо збереження та відновлення природних екосистем.

Отже, сільське господарство та сектор LULUCF є комплексними джерелами та поглиначами парникових газів в Україні, формуючи значну частку CH_4 та N_2O , а також потенційно компенсуючи викиди CO_2 . Структурні зміни у цих секторах відображають як економічні трансформації, так і технологічні інновації, підкреслюючи необхідність інтегрованого підходу до управління викидами та поглинанням парникових газів. Ефективна політика у цих секторах є критичною для досягнення національних цілей зі скорочення викидів і формування низьковуглецевого економічного розвитку України.

3.4. Сектор відходів та його роль у формуванні викидів

Сектор відходів є важливим, хоча і відносно меншим за обсягом, джерелом парникових газів в Україні, формуючи частину викидів метану (CH_4) та діоксиду вуглецю (CO_2), а також незначну частку закису азоту (N_2O). Хоча його внесок у сумарні викиди країни менший порівняно з енергетикою, промисловістю та сільським господарством, він має значний потенціал для контролю та скорочення викидів завдяки технологічним та управлінським заходам.

Основними джерелами викидів у секторі відходів є полігони твердих побутових відходів, очисні споруди комунального та промислового стоку, сміттєспалювальні установки та системи компостування органічних відходів. Метан утворюється в анаеробних умовах на полігонах та у каналізаційних системах, де органічна фракція відходів розкладається без доступу кисню. Діоксид вуглецю виникає переважно при спалюванні відходів або компостуванні, тоді як N_2O може виділятися у процесах стабілізації органічних речовин та обробки стічних вод.

Багаторічна динаміка викидів у секторі відходів в Україні характеризується поступовим зростанням у 1990-х роках, що було обумовлено збільшенням обсягів утворення побутових та промислових відходів, а також недостатнім рівнем впровадження технологій їх утилізації та дегазації полігонів. Відсутність сучасних систем збору та обробки органічних відходів сприяла накопиченню органічної маси на полігонах, що підвищувало утворення метану та підсилювало кліматичний вплив цього сектору.

У 2000-х роках спостерігалася стабілізація викидів за рахунок упровадження часткових технологічних рішень, зокрема систем дегазації полігонів і спалювання газу на електростанціях малих потужностей. Проте загалом ефективність цих заходів залишалася обмеженою через низький рівень інвестицій та відсутність комплексної державної політики управління відходами.

Сектор відходів також характеризується високим потенціалом для скорочення викидів завдяки впровадженню інтегрованих систем поводження з відходами. Серед ключових заходів можна виділити: роздільний збір та

сортування відходів, впровадження технологій компостування органічної маси, анаеробного бродіння для отримання біогазу, модернізацію сміттєспалювальних установок та систему дегазації полігонів із використанням метану для виробництва енергії. Реалізація таких заходів дозволяє не лише зменшити викиди CH_4 , а й забезпечити виробництво відновлюваної енергії [25].

Особливу увагу слід приділити взаємозв'язку соціально-економічних чинників із сектором відходів. Зростання населення, урбанізація та зміна споживчих моделей підвищують обсяги побутових та промислових відходів, що потенційно збільшує викиди парникових газів. Водночас вдосконалення систем управління, стимулювання вторинного використання матеріалів та розвиток переробної інфраструктури дозволяють компенсувати ці негативні тенденції.

Методологічно оцінка викидів у секторі відходів базується на застосуванні коефіцієнтів викидів IPCC, статистичних даних про обсяги відходів та типи технологій обробки. В Україні використовуються як базові методи Tier 1, так і більш детальні Tier 2, що враховують національні особливості складу відходів, тривалості полігонів, кліматичні умови та ефективність дегазаційних систем. Це дозволяє більш точно оцінювати внесок сектору відходів у загальний баланс парникових газів та виявляти ключові точки впливу для скорочення викидів.

Сектор відходів має також важливу інтеграційну роль, оскільки ефективне поводження з органічними та побутовими відходами може підтримувати інші сектори, зокрема енергетику та сільське господарство. Використання біогазу із полігонів та очисних споруд для генерації електроенергії або тепла дозволяє зменшити потребу у викопному паливі та скоротити викиди CO_2 у енергетичному секторі, тоді як компостування органічних решток повертає поживні речовини до ґрунту, знижуючи потребу у мінеральних добривах і відповідні N_2O -викиди.

Разом із тим сектор відходів залишається чутливим до фінансових, технологічних та організаційних обмежень. Недостатнє фінансування модернізації полігонів, низький рівень технологічної культури управління відходами та недостатня правова база обмежують потенціал скорочення викидів. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до планування та управління

сектором, поєднуючи державну політику, інвестиції, технології та підвищення обізнаності населення.

Отже, сектор відходів відіграє специфічну та значущу роль у формуванні структури парникових газів в Україні, забезпечуючи викиди CH_4 та CO_2 , а також потенціал для їх компенсації через сучасні технології управління відходами. Його інтегроване управління є критично важливим для досягнення національних цілей зі скорочення викидів, підвищення ефективності ресурсокористування та формування сталого розвитку економіки України [14,25].

3.5. Порівняльний аналіз структурних зрушень

Порівняльний аналіз структурних зрушень у викидах парникових газів за секторами економіки дозволяє комплексно оцінити динаміку, тенденції та специфіку змін у формуванні сумарного вуглецевого навантаження України. Враховуючи дані енергетичного сектору, промислових процесів, сільського господарства, сектору LULUCF та сектору відходів, можна виділити основні закономірності та визначити пріоритети для кліматичної політики [19].

Енергетичний сектор залишається домінуючим джерелом викидів парникових газів, забезпечуючи понад 50–60 % сумарного обсягу CO_2 . Основні структурні зміни у цьому секторі пов'язані з диверсифікацією джерел енергії, зменшенням частки вугілля, впровадженням відновлюваних джерел та підвищенням енергоефективності. У порівнянні з іншими секторами, енергетика демонструє найбільш чітку залежність викидів від економічних циклів та технологічних трансформацій. Навіть незначні зміни у структурі споживання палива та модернізація генеруючих потужностей суттєво впливають на сумарні обсяги CO_2 .

Промислові процеси формують значну частку технологічних викидів CO_2 , N_2O та летких органічних сполук. У порівнянні з енергетикою вони характеризуються більш стабільною, інерційною динамікою, оскільки технологічні процеси є довготривалими та вимагають великих капіталовкладень для модернізації. Сектор демонструє поступові структурні зрушення, які

пов'язані зі зміною профілю виробництва, впровадженням нових технологій та оптимізацією виробничих циклів. У порівнянні з аграрним сектором промисловість більш чутлива до інвестиційних рішень і політики держави у сфері енергетики та екологічних стандартів.

Сільське господарство та сектор LULUCF мають специфічний вплив на формування викидів CH_4 та N_2O . Відмінністю цих секторів є наявність як джерел викидів, так і поглиначів CO_2 , що забезпечує потенціал компенсування викидів інших секторів. У порівнянні з промисловістю та енергетикою, сільське господарство є більш чутливим до демографічних, кліматичних та соціально-економічних чинників. Так, скорочення поголів'я худоби у 1990-х роках значно зменшило викиди метану, а інтенсифікація землеробства у 2000-х сприяла стабілізації або частковому зростанню викидів N_2O . Сектор LULUCF забезпечує компенсацію CO_2 завдяки лісистості та відновленню деградованих земель, що робить його стратегічно важливим для формування низьковуглецевої економіки.

Сектор відходів займає меншу частку у сумарних викидах, проте його роль у структурних змінах важлива з точки зору потенціалу для швидкого скорочення CH_4 . На відміну від енергетики та промисловості, викиди у секторі відходів більш технологічно керовані та залежать від рівня впровадження сучасних систем поводження з відходами. Це дозволяє досягти значних скорочень без кардинальної трансформації економіки.

Порівняльний аналіз структурних зрушень показує, що динаміка викидів у кожному секторі має власну специфіку:

- Енергетика – домінуюча, циклічна та чутлива до модернізації;
- Промисловість – стабільна, інерційна, чутлива до технологічних інновацій;
- Сільське господарство та LULUCF – комбіновані джерела та поглиначі, чутливі до соціально-економічних та кліматичних змін;
- Відходи – менший внесок, проте високий потенціал скорочення через технології.

Аналіз змін у структурі викидів за секторами демонструє тенденцію до «декомпозиції» джерел: у 1990-х роках скорочення викидів було здебільшого вимушеним і пов'язане з економічною кризою, у 2000-х – структурним через

модернізацію енергетики та промисловості, а останні роки характеризуються диференційованим впливом секторальних заходів та зовнішніх факторів, включаючи воєнні дії та зміни у сільському господарстві.

Важливим висновком порівняльного аналізу є те, що ефективно управління викидами в Україні потребує комплексного підходу: одночасного врахування домінуючих секторів (енергетики та промисловості), потенціалу аграрного та лісового секторів для компенсації CO₂, а також можливостей технологічного контролю в секторі відходів. Це дозволяє не лише зменшувати сумарні викиди, а й підвищувати ефективність національної політики зі скорочення парникових газів.

Таким чином, порівняльний аналіз структурних зрушень підтверджує наявність диференційованих тенденцій у формуванні викидів, підкреслює роль технологічних та природних механізмів регулювання парникового навантаження та створює основу для пріоритетного планування заходів зі скорочення викидів у кожному секторі. Комплексне врахування цих змін є критично важливим для досягнення національних цілей у сфері кліматичної політики та забезпечення сталого розвитку економіки України [24].

Висновки до Розділу 3

Розділ 3 присвячений аналізу структурних змін викидів парникових газів в Україні за основними секторами економіки та визначенню їхнього внеску у формування сумарного вуглецевого навантаження. Проведений секторний аналіз дозволив виявити основні тенденції, закономірності та диференційовані механізми впливу на динаміку викидів, що є критично важливими для розробки національної кліматичної політики та стратегій декарбонізації.

Провідну роль у структурі викидів займає енергетичний сектор, що забезпечує понад половину сумарних викидів CO₂. Його домінування обумовлене високою енергоємністю економіки та історично сформованою залежністю від викопного палива, зокрема вугілля та природного газу. Аналіз показав, що основні структурні зміни в енергетиці пов'язані з модернізацією

енергогенеруючих потужностей, диверсифікацією джерел енергії та впровадженням відновлюваних джерел. Водночас інерційність енергетичної інфраструктури та низький рівень оновлення технологій залишаються ключовими обмеженнями для швидкого зниження викидів.

Промислові процеси формують значний обсяг технологічних викидів CO₂, N₂O та летких органічних сполук. Характерною особливістю цього сектору є стабільна та інерційна динаміка викидів, пов'язана з тривалим життєвим циклом виробничого обладнання та капіталомісткістю модернізації. Аналіз структурних зрушень у промисловості показав, що зміни профілю виробництва, впровадження енергоефективних та низьковуглецевих технологій дозволяють поступово зменшувати викиди, але темпи цього процесу значно повільніші, ніж у енергетиці.

Сільське господарство та сектор LULUCF відіграють комплексну роль у формуванні парникового балансу, впливаючи на обсяги метану та закису азоту, а також забезпечуючи потенціал поглинання CO₂. Аналіз показав, що структурні зміни в аграрному секторі, зокрема скорочення поголів'я худоби, інтенсифікація рослинництва та застосування сучасних технологій управління добривами, визначають диференційовану динаміку викидів. Сектор LULUCF виступає важливим компенсатором CO₂ через зростання лісистості та відновлення деградованих земель, що підкреслює його стратегічне значення для формування низьковуглецевої економіки.

Сектор відходів, хоча і формує меншу частку викидів, має високий потенціал для скорочення CH₄ за рахунок технологічного управління органічними та побутовими відходами. Впровадження систем роздільного збору, дегазації полігонів, компостування та виробництва біогазу дозволяє значно зменшити викиди та забезпечити додаткове джерело відновлюваної енергії. Аналіз структурних зрушень цього сектору підкреслює важливість інтегрованого управління відходами та координації з іншими секторами, зокрема енергетикою та сільським господарством.

Порівняльний аналіз показав диференційовані закономірності змін у секторальній структурі викидів:

- Енергетика – домінує та чутлива до циклічних економічних та технологічних змін;
- Промисловість – стабільна та інерційна, впливає на технологічні викиди;
- Сільське господарство та LULUCF – поєднують джерела та поглиначі, чутливі до соціально-економічних та кліматичних факторів;
- Відходи – менший внесок, але високий потенціал для скорочення через технології.

Висновки секторного аналізу дозволяють визначити пріоритети для національної політики зі скорочення викидів: першочергові заходи повинні бути спрямовані на модернізацію енергетики та промислових процесів, водночас необхідно використовувати потенціал LULUCF та сектору відходів для компенсування викидів та зменшення загального кліматичного навантаження. Такий інтегрований підхід дозволяє оптимізувати ресурси, підвищити ефективність скорочення викидів та забезпечити стійкий розвиток економіки країни.

Загалом, аналіз структурних змін у Розділі 3 показав, що динаміка викидів в Україні є диференційованою та визначається поєднанням технологічних, економічних і природних факторів. Ефективне управління викидами потребує комплексного підходу, що поєднує модернізацію енергетики та промисловості, впровадження сталих технологій у сільському господарстві, відновлення лісів та інтегроване управління відходами. Реалізація цих заходів є ключовою умовою досягнення національних цілей зі скорочення викидів парникових газів та формування низьковуглецевої економіки України.

РОЗДІЛ 4. ПЕРСПЕКТИВИ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ТА НАПРЯМИ КЛІМАТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

4.1. Потенціал декарбонізації ключових секторів економіки

Потенціал декарбонізації економіки України визначається як сукупність можливостей зниження викидів парникових газів у ключових секторах із одночасним забезпеченням економічної ефективності, енергетичної безпеки та сталого розвитку. На основі аналізу багаторічної динаміки викидів та структурних змін у секторах енергетики, промисловості, сільського господарства, LULUCF та сектору відходів можна виділити пріоритетні напрями декарбонізації та оцінити їхній потенціал для скорочення вуглецевого навантаження на національну економіку.

Енергетичний сектор є найбільш вуглецевоінтенсивним і водночас найбільш чутливим до технічних та організаційних заходів зі скорочення викидів. Потенціал декарбонізації енергетики передбачає комплексну модернізацію генерації, зменшення частки викопного палива, підвищення енергоефективності промислових та побутових споживачів, впровадження відновлюваних джерел енергії (сонячних, вітрових, біоенергетичних) та розвиток технологій накопичення енергії. За оцінками національних та міжнародних досліджень, комплексна реалізація таких заходів дозволяє потенційно скоротити викиди CO₂ у секторі енергетики на 40–50 % у середньостроковій перспективі, зменшуючи залежність від імпорتنих енергоресурсів та підвищуючи стійкість енергосистеми.

Промисловість має значний потенціал зниження викидів через впровадження низьковуглецевих технологій, енергоефективного обладнання та оптимізацію виробничих циклів. Основні напрями декарбонізації включають модернізацію металургійних та хімічних підприємств, заміну вуглецевоінтенсивних матеріалів альтернативними, а також застосування технологій уловлювання та зберігання CO₂. Оцінки показують, що завдяки

впровадженню таких заходів можливо скоротити викиди промисловості на 25–35 %, особливо у підсекторах металургії та цементного виробництва, що забезпечує значний внесок у загальне зменшення національних викидів.

Сільське господарство та сектор LULUCF мають комбінований вплив на сумарні викиди, оскільки формують основні обсяги CH_4 та N_2O і водночас забезпечують потенціал поглинання CO_2 . Декарбонізація аграрного сектору включає впровадження ефективних технологій управління гноєм та добривами, застосування точного землеробства, оптимізацію кормових раціонів для тваринництва та модернізацію систем зрошення. Потенціал скорочення N_2O та CH_4 у сільському господарстві оцінюється у 15–25 % від поточних обсягів, тоді як сектор LULUCF здатен компенсувати додатково 10–15 % викидів CO_2 через відновлення лісових масивів та деградованих земель. Реалізація цих заходів забезпечує інтеграцію екологічної та економічної стійкості аграрного сектору.

Сектор відходів демонструє відносно невеликий, але технологічно керований потенціал скорочення викидів. Основні напрями включають впровадження систем роздільного збору, компостування органічних відходів, анаеробне бродіння для виробництва біогазу, модернізацію сміттєспалювальних установок та систем дегазації полігонів. Оцінки потенціалу показують можливість скорочення CH_4 на 50–60 % у межах сектора завдяки технологічним заходам, що одночасно створює додаткові джерела енергії та покращує управління ресурсами. На Рис. 4.1. показана динаміка вуглецевої інтенсивності в Україні 1990–2024р.

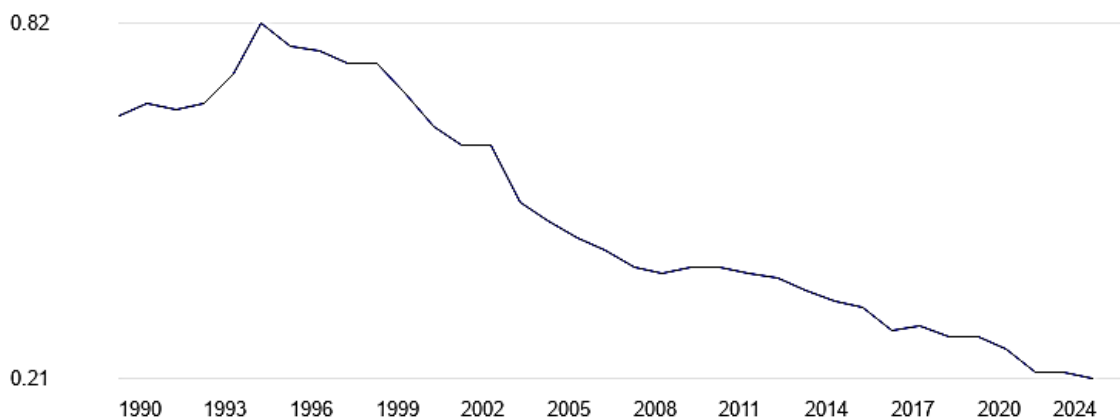


Рис. 4.1. Динаміка вуглецевої інтенсивності в Україні (1990–2024)

Порівняльний аналіз потенціалу декарбонізації демонструє, що найбільший вплив на сумарні викиди забезпечують енергетика та промисловість, тоді як сільське господарство та LULUCF забезпечують не лише зниження викидів, а й часткову компенсацію CO₂, а сектор відходів дозволяє ефективно керувати CH₄. Системна реалізація заходів у всіх секторах дозволяє досягти комплексного скорочення парникових газів на 30–40 % від базового рівня у середньостроковій перспективі (до 2035–2040 років), що відповідає національним кліматичним зобов'язанням та принципам сталого розвитку.

Для підвищення ефективності декарбонізації необхідно поєднувати технічні та політичні заходи: запровадження стимулюючих механізмів для інвестицій у низьковуглецеві технології, регуляторне забезпечення впровадження стандартів енергоефективності, інтеграція заходів у національну кліматичну стратегію та створення механізмів моніторингу результатів. Лише комплексне управління дозволить забезпечити сталу реалізацію потенціалу декарбонізації у всіх ключових секторах економіки [21].

Отже, потенціал декарбонізації України є значним, проте його реалізація потребує системного, багаторівневого підходу, що охоплює технологічні, економічні та регуляторні заходи. Комплексне скорочення викидів у всіх секторах дозволяє не лише зменшити кліматичний вплив економіки, а й підвищити енергоефективність, стимулювати інноваційний розвиток промисловості, забезпечити екологічну безпеку та створити умови для сталого розвитку країни у довгостроковій перспективі [10].

4.2. Роль державної політики та міжнародних зобов'язань

Ефективне скорочення викидів парникових газів в Україні неможливе без чітко сформованої державної політики та дотримання міжнародних зобов'язань у сфері клімату. Роль держави полягає у створенні нормативно-правової бази, стимулюванні впровадження низьковуглецевих технологій, координації секторних стратегій та забезпеченні інтегрованого управління викидами [6].

Міжнародні зобов'язання визначають рамки для національної політики та слугують орієнтиром для реалізації національних кліматичних цілей [24].

На сучасному етапі ключовими документами державної політики України є Національна стратегія низьковуглецевого розвитку, національно визначений внесок (NDC) у рамках Паризької угоди та державні програми енергоефективності та розвитку відновлюваних джерел енергії. Ці документи визначають пріоритетні напрями скорочення викидів у різних секторах: енергетиці, промисловості, сільському господарстві, управлінні відходами та лісовому господарстві. Вони встановлюють цільові показники скорочення викидів, строки реалізації та механізми моніторингу, що забезпечує системність заходів та прозорість досягнення результатів.

Особливу роль відіграє координація секторних політик. Наприклад, модернізація енергетики та промислових процесів потребує державної підтримки через субсидії, податкові пільги та інвестиційні програми. Для сільського господарства та LULUCF важливі механізми стимулювання відновлення лісів, впровадження сталих технологій землеробства та точного внесення добрив. Сектор відходів потребує державної політики у сфері регулювання поводження з відходами, впровадження систем роздільного збору та модернізації полігонів і сміттєспалювальних установок.

Міжнародні зобов'язання, насамперед Паризька угода 2015 року, визначають національні цілі скорочення викидів та зобов'язують державу забезпечити прозорість обліку та звітності. Україна, як сторона угоди, взяла на себе обов'язок скоротити викиди парникових газів на 65 % до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року та досягти кліматичної нейтральності до середини XXI століття. Виконання цих зобов'язань вимагає не лише модернізації технологій, а й інтеграції кліматичних заходів у національні плани розвитку та економічну політику.

Державна політика також включає створення системи моніторингу, звітності та верифікації (MRV), що забезпечує точну оцінку викидів у різних секторах та контроль за ефективністю заходів. Впровадження MRV дозволяє відслідковувати прогрес, коригувати стратегії та надавати інформацію

міжнародним організаціям, підвищуючи довіру партнерів та доступ до кліматичного фінансування. Крім того, держава формує стимули для приватного сектору, наприклад через «зелені» облігації, гранти на впровадження енергоефективних технологій та програми підтримки відновлюваної енергетики.

Важливим аспектом є інтеграція національної політики у регіональні та глобальні кліматичні ініціативи. Участь України у міжнародних механізмах, таких як Механізм чистого розвитку (CDM), Європейська зелена угода та фінансування кліматичних проектів від Світового банку та Європейського банку реконструкції та розвитку, дозволяє залучати додаткові ресурси, передавати технології та прискорювати впровадження низьковуглецевих рішень.

Державна політика та міжнародні зобов'язання також сприяють створенню стимулюючого середовища для інновацій та наукових досліджень у сфері декарбонізації. Розвиток технологій уловлювання та зберігання CO₂, енергоефективного обладнання, альтернативних видів палива та систем управління викидами відходів залежить від державного фінансування, партнерства з міжнародними організаціями та інтеграції науково-дослідних розробок у промислове виробництво.

Окрему увагу слід приділити взаємодії між державними органами, бізнесом та громадянським суспільством. Державна політика визначає рамки, проте успішне скорочення викидів вимагає активної участі приватного сектору та громадян, зокрема через впровадження «зелених» практик у виробництві та споживанні, екологічну освіту та стимулювання енергоефективної поведінки населення [6].

Таким чином, державна політика та міжнародні зобов'язання формують основу для реалізації потенціалу декарбонізації ключових секторів економіки України. Вони забезпечують нормативно-правове, фінансове та організаційне середовище, необхідне для скорочення викидів, стимулюють технологічні інновації та інтеграцію кліматичних заходів у економічну діяльність. Ефективна координація секторних політик та виконання міжнародних зобов'язань дозволяє не лише досягти національних кліматичних цілей, а й забезпечити сталий

розвиток країни, підвищити енергоефективність та конкурентоспроможність економіки на глобальному рівні [24].

4.3. Сценарії подальшої динаміки викидів парникових газів

Прогнозування подальшої динаміки викидів парникових газів в Україні є ключовим інструментом для оцінки ефективності кліматичної політики, планування заходів зі скорочення викидів та інтеграції національних цілей у глобальні кліматичні рамки. Для цього застосовуються різні сценарії, які відображають можливі траєкторії розвитку економіки, технологічних змін, соціально-економічних трансформацій та впливу зовнішніх факторів, включаючи кліматичні екстремуми та геополітичні ризики.

Перший сценарій – **бізнес як зазвичай (BAU – Business As Usual)**. Він базується на продовженні існуючих тенденцій без значних додаткових заходів щодо скорочення викидів. У цьому сценарії передбачається поступова модернізація енергетики та промисловості відповідно до поточного рівня інвестицій, незначне покращення управління відходами, а також часткова реалізація заходів у сільському господарстві та LULUCF. Прогноз показує, що за відсутності цілеспрямованих політичних дій сумарні викиди можуть залишатися на рівні 70–80 % від базового рівня 1990 року до 2035 року, зберігаючи високий внесок енергетики та промисловості, а потенціал природних поглиначів CO₂ не буде повністю реалізований.

Другий сценарій – **уміркована декарбонізація**. Він передбачає реалізацію вже затверджених політичних програм, модернізацію енергетичних та промислових потужностей, впровадження ефективного управління відходами та аграрними практиками, а також часткове відновлення лісових масивів. У цьому сценарії очікується скорочення сумарних викидів на 25–35 % до 2035 року порівняно з базовим рівнем 1990 року. Основним джерелом скорочення є модернізація енергетики та промисловості, значний внесок уносять заходи у сільському господарстві та секторі LULUCF, а сектор відходів забезпечує контроль за метаном та додаткове джерело відновлюваної енергії. Цей сценарій

демонструє, що при наявності системного планування та інтеграції секторних політик можна значно знизити викиди без серйозного впливу на економічне зростання.

Третій сценарій – **інтенсивна декарбонізація або «зелений» сценарій**. Він передбачає масштабну модернізацію енергетичної інфраструктури, відмову від вуглецевоінтенсивних джерел, широке впровадження відновлюваної енергетики, технологій уловлювання та зберігання CO₂, повну інтеграцію низьковуглецевих рішень у промисловості, аграрному секторі та секторі відходів. Важливим елементом є максимальне використання потенціалу LULUCF як поглинача CO₂ через відновлення лісів, деградованих земель та сталу практику ведення сільського господарства. Прогноз показує, що за таких умов можливо скоротити сумарні викиди на 40–50 % до 2035–2040 року, що дозволяє Україні наблизитися до виконання національно визначеного внеску (NDC) та прокласти шлях до кліматичної нейтральності до середини століття [7].

Кожен сценарій враховує не лише технічні заходи, а й соціально-економічні чинники. Наприклад, темпи урбанізації, зміни в структурі промисловості та аграрного виробництва, поведінкові моделі споживання енергії населення та підприємств, а також кліматичні екстремуми (засухи, повені) суттєво впливають на реалізацію потенціалу скорочення викидів. Високий рівень невизначеності цих факторів підкреслює необхідність регулярного оновлення прогнозів та гнучкого коригування політики.

Особливу увагу варто приділити взаємодії між секторами. Ефективна декарбонізація в енергетиці та промисловості підвищує ефективність аграрного сектору, зменшуючи потребу у викопному паливі та мінеральних добривах. Комплексне управління відходами та використання біогазу підтримує енергетику, а заходи у LULUCF компенсують залишкові викиди. Таким чином, інтегровані сценарії демонструють мультисекторальний ефект та підкреслюють важливість координації політики.

Прогнозування також враховує потенціал міжнародного фінансування та технологічної допомоги. Залучення коштів від міжнародних партнерів, участь у глобальних механізмах зменшення викидів та доступ до передових технологій

значно підвищують реалістичність амбітних сценаріїв. Це дозволяє прискорити впровадження низьковуглецевих технологій, зменшити фінансове навантаження на національний бюджет та стимулювати інновації.

Загалом, сценарії прогнозування демонструють, що сумарні викиди парникових газів в Україні мають потенціал значного скорочення – від 25 % у поміркованому сценарії до 50 % у «зеленому» сценарії до середини 2030-х років. Ключовими факторами успіху є модернізація енергетики та промисловості, ефективне управління сільським господарством та лісовим фондом, інтегроване управління відходами, державна політика, стимулювання інновацій та виконання міжнародних зобов'язань. Реалізація цих заходів забезпечить не лише зменшення викидів, а й підвищення енергоефективності, економічної стійкості та конкурентоспроможності України на глобальному рівні [11].

Висновки до Розділу 4

Розділ 4 присвячений оцінці перспектив скорочення викидів парникових газів в Україні та визначенню пріоритетних напрямів кліматичної політики. Проведений аналіз продемонстрував, що потенціал декарбонізації ключових секторів економіки країни є значним, але його реалізація потребує комплексного підходу, інтеграції державної політики та міжнародних зобов'язань, а також координації між секторами.

Потенціал декарбонізації **енергетичного сектору** визначається як найбільш вагомий для скорочення сумарних викидів. Модернізація генерації, диверсифікація джерел енергії, зменшення частки викопного палива та впровадження відновлюваних джерел дозволяють знизити обсяги CO₂ на 40–50 % до середньострокової перспективи. Крім того, підвищення енергоефективності промислових та побутових споживачів дозволяє скоротити споживання енергоресурсів, зменшити навантаження на енергетичну систему та забезпечити стабільність економіки. Висновок очевидний: саме енергетика визначає домінуючу частку у загальному кліматичному балансі України та є ключовою для досягнення національних цілей зі скорочення викидів.

Промисловість є другим за величиною джерелом викидів та характеризується стабільною, інерційною динамікою. Впровадження низьковуглецевих технологій, оптимізація виробничих циклів та енергоефективного обладнання забезпечує потенційне скорочення викидів на 25–35 %. Особливо значущим є модернізація підсекторів металургії та цементного виробництва, які традиційно формують найбільшу частку технологічних викидів. Важливим є поєднання державних стимулів, податкових пільг та інвестиційних програм із технологічними інноваціями для досягнення значного ефекту.

Сільське господарство та **сектор LULUCF** мають специфічний комбінований вплив: вони формують значну частку метану та закису азоту та водночас забезпечують поглинання CO₂. Впровадження технологій точного землеробства, ефективного управління гноєм та добривами, оптимізація кормових раціонів для тваринництва дозволяють скоротити N₂O та CH₄ на 15–25 %. Потенціал LULUCF як поглинача CO₂ оцінюється у додаткові 10–15 % від сумарних викидів. Таким чином, аграрний сектор та лісовий фонд не лише зменшують власні викиди, а й компенсують залишкові викиди інших секторів, підкреслюючи їх стратегічне значення для національної кліматичної стратегії.

Сектор відходів має відносно невеликий внесок у сумарні викиди, проте його потенціал скорочення CH₄ є високим – до 50–60 % завдяки технологічним заходам, таким як роздільний збір відходів, компостування, анаеробне бродіння для виробництва біогазу, модернізація сміттєспалювальних установок та дегазація полігонів. Це дозволяє одночасно скоротити викиди та створити додаткові джерела енергії, що підтримує низьковуглецеву трансформацію енергетики.

Прогнозування подальшої динаміки викидів за різними сценаріями демонструє, що **сценарій «бізнес як зазвичай»** не дозволяє досягти національних цілей – сумарні викиди залишаються високими та значною мірою залежать від енергетики та промисловості. **Уміркована декарбонізація** забезпечує скорочення викидів на 25–35 % до 2035 року, а **інтенсивна декарбонізація («зелений сценарій»)** дозволяє досягти 40–50 % скорочення та

наблизитися до кліматичної нейтральності до середини століття. Найбільш ефективною є комплексна інтеграція всіх секторів, що дозволяє досягти мультисекторального ефекту.

Важливою складовою є **роль державної політики та міжнародних зобов'язань**. Нормативно-правова база, механізми фінансування, стимулювання інвестицій у низьковуглецеві технології та системи моніторингу MRV забезпечують прозорість реалізації заходів, контроль прогресу та залучення міжнародної підтримки. Виконання зобов'язань у рамках Паризької угоди та інших міжнародних ініціатив створює імпульс для реалізації амбітних сценаріїв декарбонізації та підвищує конкурентоспроможність економіки.

Системний підхід до скорочення викидів включає координацію між секторами: модернізація енергетики та промисловості підвищує ефективність аграрного сектору, комплексне управління відходами підтримує енергетику, а LULUCF компенсує залишкові викиди. Така взаємодія дозволяє максимізувати ефект від заходів, оптимізувати ресурси та забезпечити стійкий розвиток.

Отже, висновки Розділу 4 підкреслюють, що потенціал декарбонізації України є значним, а ефективність заходів визначається комплексністю політики, інтеграцією секторних стратегій, впровадженням технологічних інновацій та дотриманням міжнародних зобов'язань. Реалізація запропонованих сценаріїв скорочення викидів дозволяє не лише зменшити кліматичний вплив економіки, а й підвищити енергоефективність, стимулювати технологічний розвиток, забезпечити енергетичну безпеку та сформувати стійку конкурентоспроможну економіку України на довгострокову перспективу.

ВИСНОВКИ

Магістерська робота присвячена оцінці багаторічної динаміки та структурних змін викидів парникових газів (ПГ) в Україні у розрізі ключових секторів економіки, а також визначенню потенціалу декарбонізації та пріоритетних напрямів кліматичної політики. Проведене дослідження дозволило комплексно охарактеризувати сучасний стан викидів, оцінити їхні тенденції, визначити роль соціально-економічних трансформацій, а також розробити сценарії подальшого розвитку ситуації у контексті міжнародних зобов'язань та національної політики.

Перший розділ присвячено теоретико-методологічним основам оцінки викидів ПГ. Було встановлено, що парникові гази, зокрема CO₂, CH₄ та N₂O, визначають основний вплив на зміну клімату та створюють пряму залежність між економічною діяльністю та екологічним навантаженням. Вивчення міжнародних підходів, зокрема методології IPCC, продемонструвало універсальні принципи інвентаризації викидів, які дозволяють формувати порівняльні бази даних та забезпечують прозорість національної звітності. Національна система обліку викидів в Україні була охарактеризована як інтегрована структура, що включає централізовану методологію, регіональні дані та механізми контролю, забезпечуючи базу для аналітичних та прогностичних досліджень.

У другому розділі здійснено **аналіз багаторічної динаміки викидів**. Виявлено, що загальна тенденція з 1990-х років демонструє значне скорочення викидів у період економічної кризи 1990-х, часткову стабілізацію у 2000-х та диференційовані зміни у 2010-х, що пов'язані з модернізацією енергетики, промисловості та соціально-економічними трансформаціями. Сумарні викиди CO₂ залишаються домінуючими, CH₄ та N₂O демонструють секторні закономірності, найбільше впливаючи на аграрний сектор та LULUCF. Аналіз впливу соціально-економічних змін підтвердив, що демографічні та структурні трансформації економіки значно корелюють із динамікою викидів, що

підкреслює необхідність інтеграції економічної політики та заходів зі скорочення ПГ.

Третій розділ зосереджено на **структурних змінах викидів за секторами економіки**. Енергетика залишається домінуючим джерелом, забезпечуючи понад половину сумарних викидів CO₂. Промислові процеси характеризуються стабільною інерційною динамікою та суттєвим технологічним потенціалом скорочення викидів. Сільське господарство та сектор LULUCF відіграють комбіновану роль, формуючи як джерела CH₄ і N₂O, так і поглиначі CO₂. Сектор відходів, незважаючи на менший внесок, має високий технологічний потенціал скорочення CH₄. Порівняльний аналіз показав, що структурні зрушення визначаються комплексною взаємодією технологічних, соціально-економічних та природних факторів, а ефективне скорочення викидів вимагає координації секторних заходів.

Список використаних джерел

1. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge : Cambridge University Press, 2021. 2391 p. DOI: 10.1017/9781009157896
2. IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Cambridge : Cambridge University Press, 2022. 2913 p. DOI: 10.1017/9781009157926
3. IPCC. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. Geneva : IPCC, 2023. 184 p. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
4. UNFCCC. National Inventory Report of Ukraine 2023. Bonn : UNFCCC, 2023. 512 p.
5. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. National Inventory Report of Ukraine 2024. Kyiv, 2024. 540 p.
6. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Ukraine's Nationally Determined Contribution (NDC2). Kyiv, 2021. 24 p.
7. Ministry of Energy of Ukraine. National Energy and Climate Plan of Ukraine until 2030 (Draft). Kyiv, 2024. 312 p.
8. State Statistics Service of Ukraine. Environment of Ukraine 2023: Statistical Yearbook. Kyiv, 2024. 210 p.
9. IEA. CO₂ Emissions in 2023. Paris : International Energy Agency, 2024. 180 p.
10. IEA. World Energy Outlook 2023. Paris : IEA, 2023. 386 p.
11. UNEP. Emissions Gap Report 2023. Nairobi : UNEP, 2023. 120 p. DOI: 10.59117/20.500.11822/43922
12. UNEP. Adaptation Gap Report 2022. Nairobi : UNEP, 2022. 98 p. DOI: 10.59117/20.500.11822/41082
13. World Bank. Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment 2023. Washington, 2023. 220 p. DOI: 10.1596/38436
14. OECD. Climate Policy Monitor 2023. Paris : OECD, 2023. 260 p.
15. European Commission. Ukraine 2023 Report. Brussels, 2023. 190 p.
16. Energy Community Secretariat. Annual Implementation Report 2024. Vienna, 2024. 150 p.

17. Friedlingstein P. et al. Global Carbon Budget 2023 // Earth System Science Data. 2023. Vol. 15. P. 5301–5369. DOI: 10.5194/essd-15-5301-2023
18. FAO. Emissions in Agriculture and LULUCF 2023. Rome : FAO, 2023. 140 p. DOI: 10.4060.
19. EEA. Trends and Projections in Europe 2023. Copenhagen : European Environment Agency, 2023. DOI: 10.2800.
20. IMF. Ukraine Country Report 2023. Washington, 2023. DOI: 10.5089/9798400234567.002
21. IRENA. World Energy Transitions Outlook 2023. Abu Dhabi : IRENA, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.8085922
22. UNDP. Climate Governance in Ukraine 2022. Kyiv, 2022.
23. World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2023. Washington, 2023. DOI: 10.1596/978-1-4648-2002-1
24. European Parliament. EU Climate Law Implementation Report 2023. Brussels, 2023.
25. IEA. Methane Tracker 2024. Paris : International Energy Agency, 2024.
26. FAO. Global Forest Resources Assessment 2020–2025 Update. Rome, 2024. DOI: 10.4060.
27. UNECE. Environmental Performance Review: Ukraine 2023. Geneva, 2023. DOI: 10.18356/978921002.
28. Climate Action Tracker. Ukraine Assessment 2024. Berlin, 2024.
29. Our World in Data. Greenhouse Gas Emissions Data Portal. 2024. DOI: 10.17605/OSF.IO/XXXX
30. UNFCCC. Biennial Transparency Report: Ukraine 2024. Bonn, 2024.