

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю
Кафедра Екологічної безпеки та охорони праці**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту (декан факультету)

Наталія ГРЕГІРЧАК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«07» лютого 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ігор ЯКИМЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«07» лютого 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 101 «Екологія»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища»

на тему: «Модернізація системи моніторингу парникових газів КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»

Виконав: здобувач II курсу, групи ЗМ

Лазаренко Оксана Андріївна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Якименко Ігор Леонідович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

Салюк А.І.

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач

(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Біотехнології та екологічного контролю

Кафедра Екологічної безпеки та охорони праці

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 101 «Екологія»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Якименко І.Л.

“ 01 ” листопада 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лазаренко Оксани Андріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Модернізація системи моніторингу парникових газів КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»

керівник роботи Якименко Ігор Леонідович, професор, доктор біологічних наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “31” жовтня 2022 року №781кс

2. Строк подання здобувачем роботи 02 лютого 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Дані про виробництво електроенергії та теплової енергії на ТЕЦ-5 СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО», методики моніторингу парникових газів, наявні на підприємстві, роботу установки на природному газі та мазуті, негативний вплив парникових газів на навколишнє середовище, звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів за 2020 рік.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Характеристика підприємства КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО», проблема викидів парникових газів, об'єкти та методи досліджень, результати досліджень

5. Перелік графічного матеріалу

-

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 01.11.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ	01.11.2022 – 09.11.2022	Виконано
2.	Розділ 1. Характеристика підприємства КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»	10.11.2022 – 24.11.2022	Виконано
3.	Розділ 2. Проблема викидів парникових газів	25.11.2022 – 10.12.2022	Виконано
4.	Розділ 3. Об'єкти та методи досліджень	11.12.2022 – 25.12.2022	Виконано
5.	Розділ 4. Результати досліджень	26.12.2022 – 12.01.2023	Виконано
6.	Висновки. Перелік використаних джерел	13.01.2023 – 26.01.2023	Виконано
7.	Презентація	27.01.2023 – 02.02.2023	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Лазаренко О.А.
(прізвище та ініціали)

Якименко І.Л.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Лазаренко О.А. Модернізація системи моніторингу парникових газів КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО». – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 101 «Екологія» (ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»). – Національний університет харчових технологій МОН України, Київ, 2023.

В магістерській роботі розглянуто проблему викидів парникових газів, а саме CO₂. Досліджено методи моніторингу CO₂ на підприємстві та запропоновано модернізацію системи моніторингу шляхом покращення засобів моніторингу та вдосконалення процесу виробництва, що призведе до зменшення викидів CO₂.

Наукова новизна:

1. За допомогою порівняльного методу було досліджено, що для визначення кількості викидів CO₂ розрахункова методика моніторингу, звітності та верифікації є більш точною ніж ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення»
2. Запропоновано модернізацію системи моніторингу ТЕЦ-5 за допомогою встановлення більш точного засобу вимірювальної техніки, застосування лабораторії, що акредитована згідно останніх вимог та встановлення конденсаційного економайзера, що дозволить зменшити викиди CO₂.

Практичне значення: Отримані дані допомагають зрозуміти важливість впровадження моніторингу, звітності та верифікації для підприємств нашої країни, а рекомендації з модернізації сприяють зменшенню викидів CO₂ на енергетичних установках.

Ключові слова: ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ, ПАРНИКОВІ ГАЗИ, ДІОКСИД ВУГЛЕЦЮ, МОНІТОРИНГ, МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ.

ANNOTATION

Lazarenko O.A. Modernization of the greenhouse gas monitoring system of KP "KYIVTEPLOENERGO". – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 101 "Ecology" (EPP "Ecology and Environmental Protection"). - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Culture of Ukraine, Kyiv, 2023.

In the master's thesis, the problem of greenhouse gas emissions, namely CO₂, is considered. The methods of CO₂ monitoring at the enterprise were studied and the modernization of the monitoring system was proposed by improving the means of monitoring and improving the production process, which will lead to the reduction of CO₂ emissions.

Scientific novelty:

1. Using a comparative method, it was investigated that for determining the amount of CO₂ emissions, the calculation method of monitoring, reporting and verification is more accurate than GKD 34.02.305-2002 «Emissions of pollutants into the atmosphere from power plants. Determination method»
2. It is proposed to modernize the monitoring system of CHP-5 by installing more accurate measuring equipment, using a laboratory accredited according to the latest requirements and installing a condensation economizer, which will reduce CO₂ emissions.

Practical significance: Removing data helps to understand the importance of monitoring, monitoring, and verification for enterprises in our country, and recommendations for modernization to accept changes in CO₂ emissions at power plants.

Key words: GLOBAL WARMING, GREENHOUSE GASES, CARBON DIOXIDE, MONITORING, ROZRAHUNK TECHNIQUES.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1	
ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»	10
1.1 Структура підприємства КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»	10
РОЗДІЛ 2	
ПРОБЛЕМА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ	14
2.1 Проблема глобального потепління у світі	14
2.2 Проблема змін клімату в Україні	17
2.3 Парникові гази	19
2.4 Міжнародні кліматичні угоди та участь в них України	23
2.5 Торгівля квотами на викиди	25
2.6 Моніторинг, звітність та верифікація	28
РОЗДІЛ 3	
ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
3.1 Об’єкт та предмет дослідження, загальна характеристика.....	33
3.2 Методи досліджень	34
3.2.1 ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення»	34
3.2.2 Методичні рекомендації з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок.....	37
РОЗДІЛ 4	
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
4.1 Порівняння результатів розрахунків викидів CO ₂ різними методиками ...	45
4.2 Порівняння методик.....	46
4.3 Засоби вимірювальної техніки.....	47

4.4 Лабораторія.....	49
4.5 Обробка даних та система контролю.....	51
4.6 Модернізація котлів економайзерами.....	53
ВИСНОВКИ.....	54
ДОДАТКИ.....	61
Додаток А.....	62
Додаток Б.....	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГКД	Галузевий керівний документ
ДСТУ	Державний стандарт України
ЗВТ	Засіб вимірювальної техніки
ЗУ	Закон України
КВ	Коефіцієнт викидів
КО	Коефіцієнт окиснення
КП	Комунальне підприємство
МЗВ	Моніторинг, звітність та верифікація
НТЗ	Нижча теплотворна здатність
ПГ	Парникові гази
ПМЗ	Порядок здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів
СП	Структурний підрозділ
СТВ	Схема торгівлі квотами на викиди
ТЕЦ	Теплоелектроцентрально

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема зменшення кількості викидів парникових газів на сьогодні стоїть перед усім світом, в тому числі і перед Україною. Велика кількість парникових газів, що надходять в атмосферу від антропогенної діяльності призводять до глобального потепління та зміни клімату. Танення льодовиків, щорічні гарячі температурні рекорди, опустелювання степів, пересихання водойм, вимирання диких тварин через зміну клімату – все це є наслідком промислової діяльності та неконтрольованого викиду забруднюючих речовин в атмосферу планети. Проведення моніторингу парникових газів, зменшення їх викидів, зокрема CO₂, який викидається в найбільшій кількості – це головні завдання, які стоять перед людством сьогодні.

Мета роботи полягає у дослідженні ефективності наявної системи моніторингу парникових газів на підприємстві, підвищенні її ефективності та визначення ефективнішої, яка дасть змогу точно вирахувати викиди діоксиду вуглецю та запровадити модернізацію обладнання установки, що призведе до зменшення викидів CO₂.

Об'єкт дослідження: парникові гази.

Предмет дослідження: удосконалення процесу моніторингу парникових газів.

Методи досліджень включають в себе порівняння та аналіз існуючих методик моніторингу парникових газів.

Наукова новизна:

1. За допомогою порівняльного методу було досліджено, що для визначення кількості викидів CO₂ розрахункова методика моніторингу, звітності та верифікації є більш точною ніж ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення»

2. Запропоновано модернізацію системи моніторингу ТЕЦ-5 за допомогою встановлення більш точного засобу вимірювальної техніки, застосування лабораторії, що акредитована згідно останніх вимог та встановлення конденсаційного економайзера, що дозволить зменшити викиди CO₂.

Практичне значення: Отримані дані допомагають зрозуміти важливість впровадження моніторингу, звітності та верифікації для підприємств нашої країни, а рекомендації з модернізації сприяють зменшенню викидів CO₂ на енергетичних установках.

Особистий внесок здобувача: Кваліфікаційна робота виконана здобувачем самостійно. Здійснено аналіз літературних джерел та порівняння різних методик моніторингу.

Практична частина проводилась в ТОВ «Наукове підприємство «Експертний центр» за керівництвом проф., д-р.б.н Якименко І.Л.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи: Кваліфікаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел. Кваліфікаційна робота викладена на 66 сторінках, містить 3 таблиці, 2 рисунки та 4 формули, використано 26 найменувань літературних джерел, 2 додатки.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»

КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» – один з найбільших у Європі виробників теплової та електричної енергії, постачальник послуг з централізованого опалення і гарячого водопостачання для мешканців та підприємств столиці України – міста Києва.^{1,2}

Напрямки виробничої діяльності:

- виробництво теплової та електричної енергії;
- транспортування та реалізація теплової енергії.

Виробнича потужність:

- теплова потужність – 8867 Гкал/год;
- електрична потужність – 1200 МВт.

Підприємство забезпечує:

- 15 703 будівлі – тепловою енергією (опаленням);
- 14 787 будівель – гарячою водою.

Підприємство має шість структурних підрозділів:

- Київські теплові мережі
- Київські теплоелектроцентралі
- Завод «Енергія»
- Енергозбут
- Автотранспорт
- Енергоналадка

1.1 Структура підприємства КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»

СП «Київські теплові мережі» – це найбільший структурний підрозділ КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО». Підрозділ здійснює весь спектр робіт: від виробництва теплової енергії на теплогерелах до її транспортування і розподілу у будинки.

Київські теплові мережі – це:

- 7 районів теплових мереж («Центр», «Святошино», «Нивки», «Поділ», «Печерськ», «Дарниця», «Троєщина»);
- понад 2 700 км теплових мереж у двотрубному обчисленні;
- 19 насосних станцій;
- 946 центральних та індивідуальних теплових пунктів;
- станції теплопостачання;
- 11 районних і 168 квартальних котелень.

Для транспортування і розподілу теплової енергії від джерел централізованого теплопостачання у Києві функціонує складна, розгалужена система магістральних і розподільчих теплових мереж.

СП «Київські ТЕЦ» – структурний підрозділ КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО», до складу якого входять столичні Теплоелектроцентраль №5 (ТЕЦ-5) та Теплоелектроцентраль №6 (ТЕЦ-6). Теплоелектроцентралі виробляють теплову та електричну енергію для міста Києва. Загальна встановлена електрична потужність – 1200 МВт, тепла потужність – 3614 Гкал/год.

ТЕЦ-5 – найбільша та найпотужніша теплоелектроцентраль в Україні. Перший енергоблок був запущений в роботу в 1971 році. Встановлена тепла потужність – 1874 Гкал/год. Встановлена електрична потужність – 700 МВт. Основним паливом є природний газ, резервним – мазут. Видача електричної енергії від ТЕЦ-5 здійснюється повітряними і кабельними лініями електропередач напругою: 330, 110, 35 та 10 кВ. Теплова енергія відпускається шістьма магістральними трубопроводами діаметром 600 – 1200 мм. Установка забезпечує гарячою водою і опаленням клієнтів у 5 районах міста Києва (Дарницький, Солом'янський, Печерський, Голосіївський, Шевченківський) і у 6 житлових масивах (Харківський, Позняки, Осокорки, Русанівка, Березняки, Теремки).

ТЕЦ-6 – наймолодша теплоелектроцентраль України. Рік запуску в роботу першого енергоблоку – 1982. Встановлена тепла потужність – 1740 Гкал/год. Встановлена електрична потужність – 500 МВт. Основне паливо –

природний газ та дизельне паливо (для дизельних генераторів), резервне – мазут. Видача електричної енергії від ТЕЦ-6 здійснюється повітряними лініями електропередач напругою 330 та 110 кВ. Теплова енергія відпускається чотирма магістральними трубопроводами діаметром 1000 – 1200 мм. ТЕЦ-6 забезпечує гарячою водою і опаленням клієнтів у 5 районах міста Києва (Дарницький, Деснянський, Оболонський, Подільський, Шевченківський).

СП «Завод «Енергія» – структурний підрозділ КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО».

«Енергія» — єдиний діючий в Україні сміттєспалювальний завод, який спалює тверді побутові відходи і виробляє теплову енергію. Його ввели в експлуатацію 1987 року. Щодоби завод «Енергія» приймає та спалює до 750 тонн твердих побутових відходів — це понад 25 % від загальної кількості сміття у м. Києві. Теплова енергія, яка утворюється на заводі при спалюванні сміття, забезпечує теплом та гарячою водою мешканців столичного масиву «Позняки». Завод виробляє до 200 тис. Гкал теплової енергії в рік і забезпечує опаленням взимку близько 300 багатоповерхівок. Альтернативний вид палива допомагає економити до 30 млн м³ газу в рік для міста.

Завод приймає лише тверді побутові відходи, які утворюються жителями міста. Частково їх привозять комунальні підприємства: наприклад, Київзеленбуд, Шляхово-експлуатаційне управління тощо. На даний момент, завод працює з 9 перевізниками відходів, які і привозять основну частину ТПВ. Система спалювання дозволяє знешкоджувати найбільш безпечні відходи, так звані відходи IV класу небезпеки. Будівельні, радіоактивні, небезпечні відходи завод не приймає.

СП «Енергозбут» — структурний підрозділ КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО», який займається обліком відпуску теплової енергії та її продажем, а також розрахунками за надані послуги.

Основні напрямки діяльності:

- ведення обліку продажу теплової енергії;

- проведення нарахувань за спожиті послуги;
- укладання договорів;
- організація прийому клієнтів та ведення комунікації з ними;
- організація друку та доставки платіжних документів.

СП «Автотранспорт» — структурний підрозділ КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО», що експлуатує та обслуговує легкову та спеціалізовану техніку.

Екскаватори, крани-маніпулятори, самоскиди, автолабораторії, спеціальні аварійні автомобілі та інша спецтехніка забезпечують оперативне реагування аварійно-відновлювальних бригад для проведення ремонтних робіт.

До складу підрозділу входять адміністративний і ремонтний персонал, а також 5 автоколон.

СП «Енергоналадка» — структурний підрозділ КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО», головним завданням якого є комплексне обслуговування енергетичного обладнання.

Основні напрямки діяльності:

- перевірка якості та технічна діагностика обладнання;
- налагодження та випробування обладнання ТЕЦ, котелень, теплових мереж, насосів тощо;
- налагодження та діагностика високовольтного електрообладнання;
- діагностика стану металу;
- хімічний та екологічний контроль виробництва.^{1,2}

РОЗДІЛ 2

ПРОБЛЕМА ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

2.1 Проблема глобального потепління у світі

Глобальне потепління – це поступове підвищення температури поверхні Землі та океану, що призводить до змін в навколишньому і соціальному середовищах, яке призводить до глобальних змін клімату.³

Глобальна зміна клімату – одна з найгостріших екологічних проблем, які стоять перед людством сьогодні. Згідно прогнозів провідних міжнародних наукових центрів з дослідження клімату, протягом наступного століття температура підвищиться на 2 – 5°C. Такі темпи глобального потепління спричинять серйозні кліматичні зміни і різні екосистеми опиняться під загрозою зникнення.

Основною причиною зміни клімату є використання викопного палива та неефективне споживання енергії, що виробляється. Парникові гази, що утворюються внаслідок діяльності людини, викликають посилення парникового ефекту. Надмірна кількість газів, які утворюються в результаті діяльності енергетичних установок, транспорту, сільського господарства, промисловості, а також лісових пожеж, утримують сонячне тепло у нижніх шарах атмосфери, не даючи йому повертатись до космосу.⁴

Наслідками глобального потепління є танення льодовиків, підвищення рівня моря, наявність теплових хвиль, збільшення посух, пожеж та пилових бурь, зміни в опадах, поведінці океанічних течій, зникнення біорізноманіття.

Сучасне заледеніння Землі можна вважати одним із найбільш чутливих індикаторів глобальних змін. Супутникові дані показують, що починаючи з 1960-х років відбулося зменшення площі сніжного покриву приблизно на 10 %. З 1950-х років у Північній півкулі площа морської криги скоротилася майже на 10 – 15 %, а товщина зменшилася на 40 %. За прогнозами експертів Арктичного і Антарктичного науково-дослідного інституту, уже через 30 років Північний

Льодовитий океан протягом теплого періоду року буде повністю розкриватися з-під криги. За даними вчених, товща Гімалайських льодовиків тане зі швидкістю 10 – 15 м на рік. За нинішньої швидкості цих процесів дві третини льодовиків зникнуть до 2060 року, а до 2100 всі льодовики розтануть остаточно. Стрімке танення льодовиків створює низку безпосередніх загроз людському розвитку. Для густонаселених гірських і передгірських місцевостей, особливу небезпеку представляють лавини, затоплення або, навпаки, зниження повноводності річок, а як наслідок скорочення запасів прісної води.³

Впродовж XX століття середній рівень моря підвищився на 0,1 – 0,2 м. За різними передбаченнями вчених, впродовж XXI сторіччя підвищення рівня моря складе 0,5 – 1 м. У цьому разі, найбільш уразливими виявляться прибережні терени і невеликі острови. Такі держави як Нідерланди, Велика Британія, а також малі острівні держави Океанії і Карибського басейну першими підпадуть під небезпеку затоплення. Крім цього почастишають високі припливи, посиляться ерозія берегової лінії. Вже зараз під водою зникають острови: Мальдіви, Фіджі, Сейшельські Острови, Маршаллові острови, Канарські острови, Федеративні Штати Мікронезії, Французька Полінезія, Філіппіни, Тувалу, Соломонові острови (вже втратили 5 островів через підняття рівня океану).

Тренд, який фіксують науковці протягом останніх десятиліть, – хвилі тепла. Вони стають більш розповсюдженими у світі, тривають довше і стають більш екстремальними. Такою, наприклад, стала хвиля тепла влітку 2019 року у Європі. 25 липня 2019 року зафіксовані теплові рекорди за всю історію спостережень у Німеччині – 41,7°C, у Франції – 42,6°C, у Бельгії – 41,8°C та інших країнах Центральної та Північної Європи.

В 2021-му році хвиля тепла з рекордними + 49°C була зафіксована у Літтоні, Канада. Вчені стверджують, що зміна клімату збільшила ймовірність смертоносної спеки у США та Канаді принаймні в 150 разів.

Влітку 2022 року ще більш масштабні хвилі тепла накрыли частини Центральної, Південної та Західної Європи, спричинивши лісові пожежі, евакуацію людей та смертельні випадки. У червні температура перевищила відмітки 40 – 43°C, а у Франції було побито декілька рекордів. Друга хвиля тепла накрыла Європу в середині липня, коли у Великій Британії вперше в історії температура повітря перевищила 40°C. Найвища температура (47°C) була зареєстрована в Португалії, де тільки за попередніми оцінками аномальна спека призвела до смерті більше 1000 людей.

Через посухи, спричинені зміною клімату, пожежі виникають частіше, тривають довше та більш масштабні. Наприклад, під час пожежі в Австралії, яка була тривалішою в часі та масштабнішою у порівнянні з попередніми, взимку 2019-2020 року постраждав 1 мільйон тварин.

Посушлива погода загрожує не лише лісовими пожежами, а й пиловими бурями. Коли сильний вітер розносить пил з розораних відкритих ділянок, він підіймає вгору суху землю та переносить її на десятки кілометрів. В результаті знижується родючість земель, а місцеві жителі страждають від респіраторних захворювань та поганої видимості на дорогах через пил та пісок.

Підвищення температури збільшує випаровування та спричиняє перерозподіл вологи. Як наслідок, в одних регіонах випаровується надмірна кількість вологи та посилюється посуха. В інших регіонах ця волога конденсується, і там частішають зливи та шторми, що викликає ризики затоплення.

Через зміну клімату та людську діяльність за останні півстоліття чисельність популяцій хребетних тварин на Землі зменшилась на 68 %. Це загрожує людству втратами рослинної і тваринної їжі, води, палива, ліків.⁵

У серпні 2021 р. вийшла нова доповідь Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) ООН. Науковці із 66 країн проаналізували 14 тис. досліджень і прийшли до таких висновків:

- з 1750 р. концентрація вуглекислого газу зросла на 47 %, а концентрація метану – на 156 %;
- Арктика вже до 2050 р. один раз на рік практично повністю буде звільнятися від льоду, найімовірніше, у вересні;
- у майбутньому опадів стане більше в Сахарі, Арктиці та в районі екватора в Тихому океані;
- менше опадів буде в південно-західній частині Південної Америки, у Західній Австралії та Середземноморському регіоні;
- є велика ймовірність того, що Гольфстрім ослабне, навіть якщо викиди парникових газів будуть мінімальними; до 2100 р. течія може взагалі зникнути;
- зникнення Гольфстріму призведе до зростання температури повітря в Північній Європі, пояс тропічних дощів буде зміщений на південь;
- азіатські та африканські мусонні дощі ослабнуть, водночас посиляться в Південній півкулі;
- температура більше зростає над сушею (на 1,6°C), ніж над морем (0,9°C);
- рівень води в Світовому океані до 2100 р. підніметься на 0,5 м порівняно з сьогоднішнім за умови, якщо глобальне потепління досягне критичної позначки 2°C.^{6,7}

2.2 Проблема змін клімату в Україні

Проблема глобального потепління є надзвичайно актуальною для світу, для Європи і, зокрема, для України. Наша держава належить до числа регіонів планети, де зміни клімату вже є відчутними. Відбувається посилення мінливості погоди, а саме, сильні морози, що змінюються різкими відлигами взимку, та зростання числа надзвичайно спекотних днів влітку. Спостерігається нерівномірність випадання опадів у вигляді снігу та дощу. На території країни почастишали природні катаклізми, такі як посухи, суховії, лісові пожежі, зливи, повені, затоплення, обледеніння тощо.⁸

Метеоспостереження в Україні ведуться з 1881 року. Дані науковців підтверджують, що останніми роками в країні стало відчутно тепліше. Як зазначає Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, за останні 30 років зростання середньорічної температури становило 1,2°C. При цьому впродовж наступних 30 років середня річна температура в Україні може підвищитися ще на 1 – 1,5°C.⁹

Зміни глобального клімату підсилюються в Україні також внутрішніми факторами: зміною ландшафтів в наслідок багатовікової господарської діяльності, меліорацією, процесом урбанізації. Найбільш уразливими регіонами України при зміні клімату є Карпати, узбережжя Чорного та Азовського морів – там збільшується повторюваність різних аномальних природних явищ, а рівні морів уже підвищилися на 12 – 15 сантиметрів за сто років.⁴

Дослідження Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УНДГМІ) та інших спеціалізованих установ та організацій свідчать, що подальші кліматичні зміни будуть впливати на економічну, соціальну та екологічну ситуації в Україні. “Зміна клімату” вплине на такі галузі, як сільське та лісове господарства, використання водних ресурсів, а також території, які зазнають підтоплення при підйомі рівня моря. У зв’язку з цим можуть виникнути наступні проблеми:

- перерозподіл опадів на всій території країни (можливе збільшення майже на 20 % опадів у січні, березні та квітні та зменшення влітку), що на фоні підвищення температури зумовить дефіцит вологи, особливо на півдні країни;
- збільшення кількості атмосферних опадів призведе до збільшення чисельності та масштабності повеней у Карпатах, зсувів ґрунту;
- підвищення температури на 1°C спричинює зсув природних зон на 160 км, тому кліматичні зміни в південних регіонах призведуть до зростання продовольчих цін та перетворення степів на пустелі;⁴

- внаслідок збільшення кількості атмосферних опадів на 20% відбудеться затоплення прибережних частин водойм;
- оскільки зими прогнозуються м'якшими та коротшими, а літо спекотнішим очікується підвищення середньої температури в центральних та східних регіонах України, що призведе до нестачі питної води;
- внаслідок поширення шкідників, що люблять теплий клімат, відбудеться зниження продуктивності лісу на всій території України та зміна типу лісів; адже лісове господарство зазнає втрат (у т. ч. через пожежі), а як наслідок, і всі суміжні галузі, що пов'язані з деревообробкою та лісозаготівлею;
- через надмірну вологість повітря зросте кількість гострих нових респіраторних та інфекційних захворювань, зросте кількість захворювань, пов'язаних із забрудненням атмосферного повітря та продуктів харчування;
- зросте кількість серцевих та судинних захворювань, погіршиться стан здоров'я людей через різкі перепади температурного режиму та атмосферного тиску;¹⁰
- пристосовуватися до змінених умов необхідно буде туристичному бізнесу, бо очікується, що сніговий покрив і довжина зим скоротяться, що вплине на зимовий туризм, особливо на гірськолижний, зокрема гірськолижні курорти Карпат;
- впровадження нових технологій потребуватиме будівельний та транспортний бізнес.¹¹

2.3 Парникові гази

Температура на Землі придатна для життя завдяки природному процесу, який називається парниковий ефект. Коли сонячне випромінювання досягає нашої атмосфери, частина відбивається назад у космос, а частина проходить крізь і поглинається Землею. Це призводить до того, що поверхня Землі

нагрівається. Тепло від Землі випромінюється назовні і поглинається газами, присутніми в земній атмосфері, називаються парниковими газами. Ці гази запобігають зникненню тепла назад у космос і підтримують на Землі середню температуру близько $+15^{\circ}\text{C}$ замість -18°C .¹²

Парниковий ефект – це нормальне природне явище. Але після промислової революції з середини XIX ст. через спалювання викопного палива концентрація парникових газів в атмосфері почала різко зростати.

Причини парникового ефекту наступні:

- використання горючих корисних копалин у промисловості – вугілля, нафти, природного газу, при спалюванні яких в атмосферу виділяється величезна кількість вуглекислого газу й інших шкідливих сполук;
- транспорт – легкові та вантажні автомобілі виділяють вихлопні гази, які також забруднюють повітря і підсилюють парниковий ефект;
- вирубка лісів, які поглинають вуглекислий газ і виділяють кисень, а із знищенням кожного дерева на планеті збільшується кількість CO_2 в повітрі;
- лісові пожежі – ще одне джерело знищення рослин на планеті;
- збільшення населення впливає на зростання попиту продуктів харчування, одягу, житла, і щоб це забезпечити, зростає промислове виробництво, яке все інтенсивніше забруднює повітря парниковими газами;
- агрохімія і добрива містять різну кількість сполук, у результаті випару яких виділяється азот – один з парникових газів;
- розкладання і горіння сміття на полігонах сприяють збільшенню парникових газів;
- життєдіяльність великої рогатої худоби також є джерелом викидів CO_2 .¹³

Згідно Закону України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» до парникових газів відносяться: двоокис вуглецю (CO_2), метан (CH_4), закис азоту (N_2O), гідрофторвуглеці (ГФВ), перфторвуглеці (ПФВ), гексафторид сірки (SF_6) та інші газоподібні складові атмосфери, які поглинають та випромінюють інфрачервоне випромінювання.¹⁴

Перші три сполуки місяцями та навіть роками перебувають в атмосфері, не зазнаючи фізичних чи хімічних змін. До прикладу, молекула метану може перебувати в атмосфері без змін до 14 років. Це сприяє підвищенню глобальної температури протягом десятиліть.

Вуглекислий газ – найвпливовіший на зміну клімату парниковий газ. Ліси, океани та ґрунти поглинають CO_2 , підтримуючи рівновагу між кількістю CO_2 в атмосфері, воді та ґрунтах, але людська діяльність призводить до порушення цієї рівноваги.

За даними Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), в 2014 році концентрація в атмосфері CO_2 , основного довгоживучого парникового газу, досягла 397.7 молекул CO_2 на кожен мільйон молекул в повітрі, а в північній півкулі – 400 молекул на мільйон (ppm). При цьому експерти повідомляють, що безпечна концентрація CO_2 становить 350 молекул на мільйон. Фахівці відзначають, що вміст двоокису вуглецю, метану та монооксиду азоту в умовних одиницях виміру парникового ефекту з 1990 по 2014 роки зріс на 36 %.¹⁰ На рис. 2.1 показано динаміку зростання CO_2 та температури за останні 140 років.¹⁵



Рисунок 2.1 – Динаміка зростання кількості CO₂ та температури

Місячна концентрація CO₂ в кількості часток на мільйон (ppm) продемонстрована на рис. 2.2.¹⁵

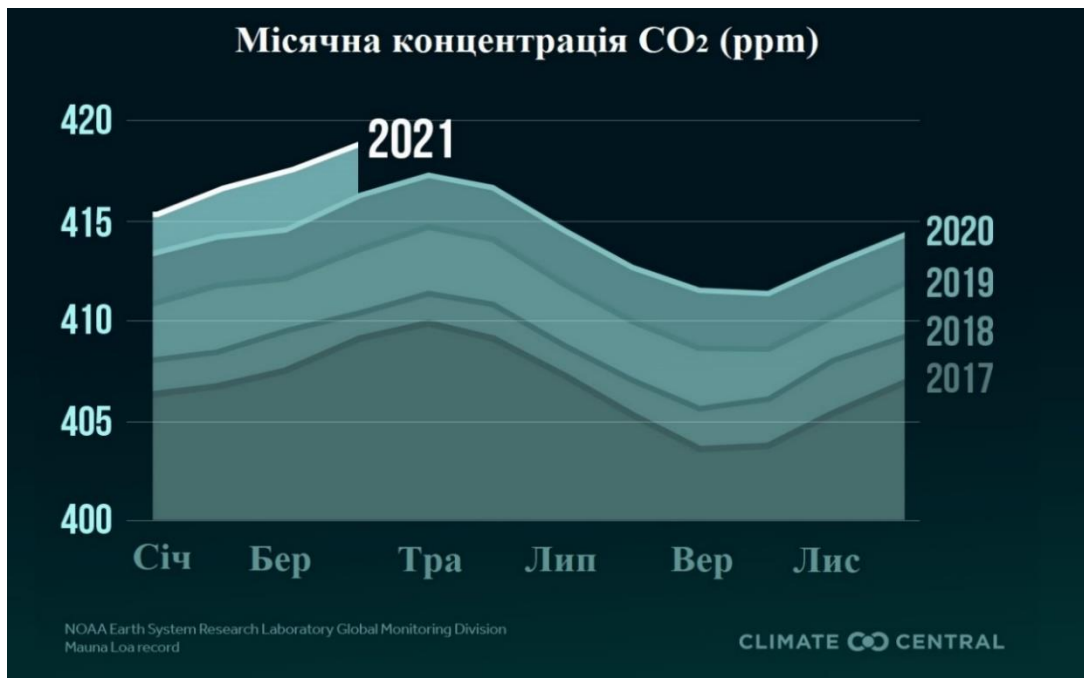


Рисунок 2.2 – Місячна концентрація CO₂, ppm

Дані ілюстрації дають зрозуміти, що кількість CO₂ в атмосфері нашої планети стрімко зростає з кожним роком. Паралельно з CO₂ зростає і температура, що призводить до неперворотних кліматичних змін.

2.4 Міжнародні кліматичні угоди та участь в них України

У 1992 році під час міжнародного Саміту Землі у Ріо-де-Жанейро 154 країни визнали існування зміни клімату в результаті людської діяльності та прийняли рішення вести спільну роботу для обмеження глобального потепління. У цьому ж році була прийнята Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату (РКЗК ООН), а з 1995 року сторони конвенції почали щорічно збиратися для прийняття спільних рішень на Конференції сторін.

Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату — міжнародний екологічний договір, мета якого полягає в стабілізації концентрації парникових газів в атмосфері на такому рівні, який не допускає небезпечного антропогенного впливу на клімат Землі.

Одним з перших завдань, поставлених РКЗК ООН, було створення національних кадастрів викидів і абсорбції парникових газів. У 1997 році був укладений Кіотський протокол, тобто юридично оформлене зобов'язання для розвинених країн зі скорочення викидів парникових газів. Протокол зобов'язує розвинуті країни та країни з перехідною економікою скоротити або стабілізувати викиди парникових газів у 2008 – 2012 роках до рівня 1990 року. Протокол базується на принципі «спільних, але диференційованих зобов'язків»: він визнає, що окремі країни мають різні можливості в боротьбі зі зміною клімату внаслідок економічного розвитку.

Паризька угода була підписана на Міжнародних кліматичних переговорах ООН у 2015 році. Вже через рік угода вступила в силу – відразу після того, як її схвалили 55 країн, що відповідальні за понад 55 % світових викидів парникових газів. Станом на середину 2022 року 195 країн ратифікували Паризьку угоду. Україна увійшла у двадцятку перших країн, які на державному рівні затвердили Угоду.

Головною метою Паризької угоди є утримання глобального потепління на Землі в рамках 2°C та докладання максимальних зусиль аби зупинити потепління на 1,5°C. Це означає, що людство повинне обмежити викиди парникових газів, що утворюються від спалювання викопного палива і спричиняють глобальне потепління.

Участь кожної окремої країни у досягненні світової мети визначається нею індивідуально, є добровільною та має назву «Національно визначений внесок». Угода вимагає, щоб такі внески були «амбітними» та встановленими «з метою досягнення цілі Угоди».

Головною метою всіх угод є зниження рівня парникових газів в атмосфері та зупинення зростання глобальної температури в межах до 2°C.

Адаптація до зміни клімату не є простою, адже вона вимагає впровадження нового політичного курсу, надходження нових інвестицій, а найголовніше – нових форм мислення. Потрібні інвестиції країнам для подолання цієї проблеми. Зменшення викидів та розробка плану дій щодо адаптації до змін клімату була однією з умов вступу України до Європейського Союзу.

Україна активно бере участь у міжнародних договорах та співпраці щодо скорочення викидів парникових газів. Вона є учасницею 26 міжнародних екологічних угод. Крім того, країна підписала понад 70 двосторонніх та регіональних угод у галузі охорони довкілля та ядерної безпеки. Вона є учасницею регіональних екологічних угод, щодо захисту Чорного, Азовського моря та Карпат. Країна ратифікувала Рамкову конвенцію Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату у 1996 році; підписала Кіотський протокол у 1997 році (ратифікація 2004 р.), є учасником Паризької угоди (2016 р.), підписала і ратифікувала угоду, щодо регулювання діяльності зі скорочення викидів вуглекислого газу з 2020 року, розробила Стратегію низьковуглецевого розвитку України на період до 2050 року, затвердила Національний план з енергетики та змін клімату на 2021 – 2030 рр.¹⁶

2.5 Торгівля квотами на викиди

Щоб жити в майбутньому з низьким рівнем викидів двоокису вуглецю, а також для досягнення цілі стримування підвищення глобальної середньої температури нижче за рівень в 2°C порівняно з доіндустріальним рівнем, необхідно зробити кроки в різних секторах, які включають:

- виключення/скорочення утворення двоокису вуглецю при виробництві електроенергії;
- масову електрифікацію (для збільшення частки чистої електроенергії), а якщо це неможливо – перехід на чистіші види палива;
- покращення енергоефективності і ефективності використання ресурсів, та скорочення рівня відходів у всіх секторах;
- збереження існуючих та збільшення кількості природних поглиначів вуглецю в лісах та в інших зелених насадженнях, і ґрунті.

Це вимагатиме зміну напрямків інвестицій та інвестиційної поведінки, впровадженні інновацій в технологіях, інфраструктурі, фінансуванні та в практичному застосуванні. Необхідне розроблення політики, яка досягне цієї зміни в спосіб, що відображає місцеві обставини, створюють нові можливості для економіки та підтримують благополуччя громадян.

Наявний досвід країн ЄС показує, що, за умови правильно розробленої системи, торгівля квотами на викиди може бути ефективним, надійним і прозорим інструментом для досягнення маловитратних скорочень викидів парникових газів. Водночас досягається мобілізація представників приватного сектору, залучаються інвестиції та активізується міжнародне співробітництво.

Схема торгівлі квотами на викиди парникових газів (СТВ) – це економічний інструмент для стимулювання зменшення викидів. В основі лежить механізм видачі державою дозволів на викиди певної кількості тонн речовин для підприємств-учасників схеми. Останні в свою чергу можуть

завдяки таким дозволам викидати дозволену кількість речовин або продавати свою квоту, знизивши свої об'єми викидів за рахунок модернізації.

Принципи успішного встановлення плати за викиди ПГ в атмосферу (FASTER) були спільно розроблені Світовим банком та Організацією економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР), базуючись на практичному досвіді різних юрисдикцій у запровадженні податків на викиди ПГ та схем торгівлі квотами на викиди. Принципи FASTER наведені нижче:

- **Справедливість (Fairness):** відображає принцип «забруднювач платить», та робить внесок у рівний розподіл витрат і вигод, уникаючи створення непропорційних тягарів на вразливі групи;
- **Приведення у відповідність політик і завдань (Alignment of policies and objectives):** використання механізму плати за викиди ПГ як одного із заходів, що сприяє конкуренції та відкритості, забезпечує рівні можливості для альтернатив, які передбачають низькі рівні викидів парникових газів, та взаємодіє із ширшим набором кліматичних і некліматичних політик;
- **Стабільність і передбачуваність (Stability and Predictability):** впровадження цін на викиди парникових газів у межах стабільних політичних рамок, які надають послідовний, надійний і значущий сигнал для інвестицій, інтенсивність якого має з часом збільшуватись;
- **Прозорість (Transparency):** чіткість структури і впровадження;
- **Ефективність і економічність (Efficiency and cost-effectiveness):** забезпечення сприяння економічній ефективності при скороченні витрат на зменшення обсягів викидів ПГ;
- **Надійність і екологічна цілісність (Reliability and Environmental Integrity):** значні скорочення викидів від екологічно небезпечної діяльності.

Два види ринкових інструментів можуть забезпечити встановлення ціни на викиди ПГ: торгівля квотами на викиди та податок на викиди ПГ в атмосферу. Обидва механізми мають багато спільного. Як торгівля квотами на викиди, так і податок на викиди ПГ мають на меті інтерналізацію витрат, які виникають при викидах парникових газів, і які несе суспільство, шляхом створення ціни на ці викиди, що може:

- 1) змінити поведінку виробників, споживачів і інвесторів таким чином, щоб скоротити обсяги викидів, однак у спосіб, який забезпечує гнучкість стосовно того, хто здійснює заходи, які заходи вони здійснюють, і коли вони здійснюють такі заходи;
- 2) стимулювати інновації в технології і практичне застосування;
- 3) створювати екологічні, медичні, економічні та соціальні супутні переваги;
- 4) забезпечити уряду надходження, які можуть бути використані для скорочення інших податків або підтримки державних витрат як безпосередньо на кліматичні заходи, так і в інших сферах.

Ключова різниця полягає в тому, що при податку на викиди ПГ уряд встановлює ціну та дозволяє ринку визначати кількість викидів парникових газів. При торгівлі квотами на викиди, уряд встановлює обмеження по кількості викидів та дозволяє ринку визначати ціну. Також у різних формах існують гібридні системи, які поєднують елементи обох підходів, наприклад, СТВ з нижньою або верхньою ціновою межею, або податкові схеми, які приймають одиниці скорочення викидів для зменшення податкових зобов'язань.

У рамках СТВ відповідний орган влади встановлює ліміт (верхню межу) загального рівня викидів в одній чи декількох галузях економіки, та випускає ряд квот, призначених для торгівлі, в кількості, що відповідає встановленій верхній межі. Кожна квота відповідає одній одиниці викидів (звичайно одній тонні).

Від учасників СТВ вимагається подання однієї квоти за кожною одиницю викидів, що було викинуто даним учасником. Вони можуть спочатку отримати ці квоти безкоштовно, або купити в уряді. Учасники системи можуть обрати торгівлю одиницями квоти, або перенесення на наступний період (збереження на рахунку) для використання в майбутньому. Вони також можуть використовувати дозволені одиниці з інших джерел, таких як національні одиниці скорочення викидів в межах відповідних національних механізмів скорочення викидів ПГ (від галузей, не охоплених СТВ), одиниці від міжнародних механізмів або квоти інших СТВ.

Встановлення верхньої межі на викиди ПГ та створення ринку торгівлі квотами сприяють встановленню ціни на викиди парникових газів, створюючи стимули для скорочення обсягів їхніх викидів. Більш жорсткі обмеження призводять до меншого обсягу пропозиції квот, тому при рівних умовах ціна на квоти загалом буде вищою, створюючи більш дієвий стимул для скорочення викидів. Здатність проводити торгівлю на ринку також призводить до конвергенції цін та до єдиного цінового сигналу, що в свою чергу забезпечує переваги для товарів і послуг із нижчими рівнями викидів. Встановлення верхнього ліміту заздалегідь забезпечує довгостроковий ринковий сигнал, тому учасники відповідним чином можуть здійснювати планування та інвестиції.

Різні країни можуть обрати варіант прямої або опосередкованого приєднання своєї СТВ за допомогою взаємного визнання квот або інших одиниць, таких як дозволи на викиди, які були отримані в межах механізмів скорочення викидів ПГ. Приєднання розширює доступ до найменш витратних заходів зі скорочення викидів ПГ, залучає ресурси для подальшого запобігання зміні клімату, підтримує ліквідність ринку та сприяє стратегічній співпраці з питань введення плати за викиди ПГ в атмосферу.¹⁷

2.6 Моніторинг, звітність та верифікація

До світової ініціативи щодо обмеження концентрацій парникових газів також долучилась і Україна, яка 16 вересня 2014 року підписала Угоду про

асоціацію між Україною та ЄС, у якій є вимога щодо встановлення процедур моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів від енергетичних та промислових підприємств.

Щоб підкреслити свої наміри та виконати вимогу угоди 12.12.2019 року було прийнято Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» № 0875. Даний Закон розроблений у відповідності до тверджень щодо парникових газів по стандарту ISO/IEC 14065.

Загальною метою цього Закону є створення та забезпечення довіри всіх сторін, які покладаються на звітність по парникових газах та запровадження відповідальності за недотримання вимог у сфері моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів.

Основними дійовими особами (сторонами) відповідно до Закону України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» № 0875 є:

- оператор – юридична особа або фізична особа – підприємець, яка здійснює технічну експлуатацію установки, що перебуває в її власності або користуванні;
- верифікатор – юридична особа, акредитована відповідно до Закону України “Про акредитацію органів з оцінки відповідності”, яка проводить верифікацію;
- уповноважений орган – центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, у сфері моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів.¹⁸

Дія цього Закону поширюється на операторів установок, на яких провадиться один або більше видів діяльності, які входять до Переліку видів діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації, затвердженого постановою Кабінету

Міністрів України від 23 вересня 2020 року № 880 (далі Перелік видів діяльності).

До таких видів діяльності відносяться:

- спалювання палива в установках загальна номінальна теплова потужність яких перевищує 20 МВт;
- переробка нафти;
- виробництво коксу;
- випалювання або спікання, в тому числі агломерація металеві руди (зокрема сульфідної руди) ;
- виробництво чавуну або сталі;
- виробництво або обробка залізовмісних сплавів (у тому числі феросплавів), якщо загальна номінальна теплова потужність агрегатів із спалювання перевищує 20 МВт;
- виробництво цементного клінкеру в обертових випалювальних печах, виробнича потужність яких перевищує 500 тонн на добу, або в інших печах, виробнича потужність яких перевищує 50 тонн на добу;
- виробництво вапна або кальцинація доломіту або магнезиту в печах, виробнича потужність яких перевищує 50 тонн на добу;
- виробництво азотної кислоти;
- виробництво аміаку.¹⁹

Для проведення моніторингу та подання звітності кожна установка оператора, вид діяльності якої належить до Переліку наведеному вище, повинна бути зареєстрована в Єдиному реєстрі з моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів (далі - Єдиний реєстр).

Єдиний реєстр – це єдина державна електронна інформаційна система, що забезпечує збирання, накопичення, обробку та облік відомостей про установки та документи у сфері моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів.¹⁴

Моніторинг здійснюється відповідно до розробленого оператором та затвердженого уповноваженим органом плану моніторингу. Порядок здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2020 р. №960 (далі ПМЗ).²⁰

План моніторингу – документ, який детально описує всі технічні джерела та енергетично-промислові процеси, що спричиняють викиди парникових газів, метрологічне та лабораторне забезпечення, методологію розрахунку викидів, процедури управління та інше.

При здійсненні моніторингу оператор зобов'язаний забезпечити узгодженість звітності про викиди ПГ із звітністю про промислові викиди, а також з виробничим, бухгалтерським та податковим обліком матеріальних потоків.

Оцінка викидів парникових газів може здійснюватися за допомогою розрахункових методик, методом масового балансу, методом інструментального вимірювання (виміри мають бути підтверджені розрахунками).

За результатами моніторингу розробляється звіт оператора, який підлягає верифікації.

На підставі інформації, зібраної під час верифікації, оператору видається верифікаційний звіт, який повинен містити висновок верифікатора за результатами верифікації.

Верифікований звіт оператора подається уповноваженому органу у строк, встановлений законодавством.

Верифікація здійснюється верифікатором, акредитованим відповідно до вимог, установлених законодавством у сфері акредитації, національними стандартами з питань акредитації, гармонізованими з відповідними міжнародними та європейськими стандартами, а також іншими документами з

питань акредитації, прийнятими національним органом України з акредитації, міжнародними та європейськими організаціями з акредитації.

Як підтверджує досвід держав-членів ЄС, система моніторингу, звітності та верифікації є важливим елементом та передумовою для запровадження ринкових та/або неринкових механізмів сприяння скороченню викидів парникових газів, а також, є важливим кроком на шляху до виконання Україною своїх зобов'язань за Угодою про Асоціацію.²¹

РОЗДІЛ 3

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Об'єкт та предмет дослідження, загальна характеристика

Об'єкт дослідження є парникові гази, зокрема діоксид вуглецю. Як приклад взято викиди CO₂ установки ТЕЦ-5 КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» за 2020 рік.

Предмет дослідження – удосконалення процесу моніторингу парникових газів шляхом запровадження нової методики моніторингу, покращення обладнання, що використовується в процесі моніторингу та впровадження заходів, які призведуть до зменшення викидів парникових газів на установці.

Для дослідження було розглянуто установку ТЕЦ-5 СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО». Потужність даної установки становить 3155 МВт, а вид її діяльності, який підлягає МЗВ – це спалювання палива.

ТЕЦ-5 складається з чотирьох енергоблоків: СТ №№1, 2, 3, 4.

СТ №1 та СТ №2 обладнані відповідно тельфікаційною турбіною типу Т-100-130 №1 та №2 (потужністю 120 МВт кожна), а СТ №3 та СТ №4 – тельфікаційною турбіною типу Т-250/300-240 №3 та №4 (по 300 МВт кожна) відповідно.

Кожен енергоблок обладнано одним паровим котлоагрегатом. На СТ №1 та СТ №2 встановлено відповідно ТГМ-96 «А» №1 та №2 (потужність по 330 МВт кожен), СТ №3 та СТ №4 – ТГМП-314 «А» №3 та №4 відповідно (по 725 МВт кожен).

Також на ТЕЦ-5 наявні три водогрійні котли типу ПТВМ-180 №1, №2, №3 (потужністю 209 МВт кожен) та два водогрійні котли типу КВГМ-180-150-2 №4, №5 (потужністю 209 МВт кожен).

Виробнича структура Теплоелектроцентралі №5 складається з:

- 1) системи паливостачання;
- 2) системи водопідготовки;

- 3) системи виробництва теплової енергії водогрійними та паровими котлами;
- 4) системи виробництва електричної енергії паровими котлами.

На установці ідентифіковано:

- один вид діяльності: спалювання палива;
- дев'ять джерел викидів ПГ;
- дві точки викидів ПГ – димові труби;
- два матеріальні потоки: природний газ та мазут.^{1,2}

3.2 Методи досліджень

На сьогоднішній день для розрахунку викидів парникових газів із стаціонарних джерел під час спалювання використовують ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення» та Методичні рекомендації з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок.

Для порівняння методик беремо до уваги тільки викиди CO₂, адже головною метою ведення МЗВ та схеми торгівлі квотами на викиди є зменшення викидів саме двоокису вуглецю.

3.2.1 ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення»

ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення» – це методика, що встановлює порядок визначення викидів основних забруднювальних речовин та парникових газів, що надходять у атмосферне повітря з димовими газами, які утворюються під час спалювання органічного палива в енергетичних установках. Межі використання методики поширюються на котли та камери згоряння газотурбінних установок, які розміщені на теплових електричних станціях та котельних і працюють на твердому, рідкому та газоподібному паливі. Основні напрями використання керівного документа:

- складання державної та галузевої звітності;

- прогнознi оцiнювання обсягiв викидiв забруднювальних речовин.

За цiєю методикою облiковуються такi забруднювальнi речовини та парниковi гази:

- речовини у виглядi суспендованих твердих частинок;
- оксиди сiрки SO_x у перерахунку на дiоксид сiрки або сiрчистий ангiдрид SO_2 ;
- оксиди азоту NO_x у перерахунку на дiоксид азоту NO_2 ;
- оксид вуглецю CO ;
- важкi метали та iх сполуки;
- дiоксид вуглецю CO_2 ;
- метан CH_4 ;
- азоту (I) оксид або оксид дiазоту N_2O .²²

Розрахункова методика визначення викиду забруднюючої речовини базується на використаннi показника емiсiї. Показник емiсiї характеризує масову кiлькiсть забруднювальної речовини, яка викидається енергетичною установкою в атмосферне повітря разом з димовими газами, вiднесена до одиницi енергiї, що видаляється пiд час згорання палива. Він залежить вiд багатьох чинникiв. Iснують два показники емiсiї – узагальнений та специфiчний.

Узагальнений показник емiсiї забруднювальної речовини є середньою питомою величиною викиду для певної категорiї енергетичних установок, повної технологiї спалювання палива, певного виду палива з урахуванням заходiв щодо зниження викиду забруднювальної речовини. Він не враховує особливостей хiмiчного складу палива.

Специфiчний показник емiсiї є питомою величиною викиду, яка визначається для конкретної енергетичної установкi з урахуванням iндивiдуальних характеристик палива, конкретних характеристик процесу спалювання та заходiв щодо зниження викиду забруднювальної речовини.

При наявності обох показників емісії забруднювальної речовини необхідно використовувати специфічний.

Валовий викид j -ї забруднювальної речовини E_j , т, що надходить в атмосферу з димовими газами енергетичної установки за проміжок часу P , визначається як сума валових викидів цієї забруднювальної речовини під час спалювання різних видів палива, у тому числі під час їх одночасного спільного спалювання за допомогою формули (3.1):

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^r)_i \quad (3.1)$$

де E_{ji} – валовий викид j -ї забруднювальної речовини під час спалювання i -го палива за проміжок часу P , т;

k_{ji} – показників емісії j -ї забруднювальної речовини для i -го палива, г/ГДж;

B_i – витрата i -го палива за проміжок часу P , т;

$(Q_i^r)_i$ – нижча робоча теплота згорання i -го палива, МДж/кг.

Діоксид вуглецю відноситься до парникових газів і є основним газоподібним продуктом окислення вуглецю органічного палива. Обсяг викиду CO_2 безпосередньо пов'язано із вмістом вуглецю в паливі та ступенем окислення вуглецю палива в енергетичній установці.

Показник емісії діоксиду вуглецю k_{CO_2} , г/ГДж, під час спалювання органічного палива визначається формулою (3.2):

$$k_{\text{CO}_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_i^r} \cdot \varepsilon_c = 3,67 k_c \varepsilon_c, \quad (3.2)$$

де C^r – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

Q_i^r – нижча робоча теплота згорання палива, МДж/кг;

ε_C – ступінь окислення вуглецю палива;

k_C – показник емісії вуглецю палива, г/ГДж.

Масовий вміст вуглецю в паливі визначається на основі елементного аналізу палива, що спалюється.

Специфічний показник емісії вуглецю k_C , г/ГДж, – це відношення вмісту вуглецю палива до його теплоти згорання. Розраховується за формулою (3.3):

$$k_C = \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_i^r}, \quad (3.3)$$

де C^r – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

Q_i^r – нижча робоча теплота згорання палива, МДж/кг.

Під час спалювання органічного палива в енергетичній установці може утворюватись монооксидвуглецю, але в атмосфері він неодмінно перетвориться в діоксид вуглецю. Тому під час розрахунку показника емісії CO_2 , вважають, що весь вуглець, який згорів, перетворюється у вуглекислий газ.²²

3.2.2 Методичні рекомендації з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок

Методичні рекомендації з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок розроблені відповідно до статті 7 Закону України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» та на виконання абзацу четвертого пункту 18 ПМЗ.^{14,20}

Методичні рекомендації використовуються операторами установок, які відповідають вимогам, встановленим Переліком видів діяльності.

Для правильного вибору методики оцінки викидів парникових газів необхідно:

- 1) визначити межі установки для цілей моніторингу викидів ПГ;
- 2) ідентифікувати всі види діяльності, в результаті яких відбуваються викиди ПГ на установці;

- 3) ідентифікувати всі джерела викидів ПГ;
- 4) ідентифікувати всі матеріальні потоки, включаючи:
 - ідентифікацію видів палива, що безпосередньо спалюються чи використовуються в технологічних процесах в межах установки;
 - визначення, чи міститься вуглець у іншій вхідній сировині чи продуктах виробництва (продукції, відходах).²³

В даних методичних рекомендаціях представлено десять методик моніторингу. Вибір потрібної методики залежить саме від виду діяльності, яким займається підприємство згідно Переліку видів діяльності.

Відповідно до додатку 1 до ПМЗ оператор повинен проводити моніторинг даних про діяльність для наступних типів матеріальних потоків:

- стандартизовані комерційні види палива (обсяг палива);
- інші газоподібні та рідкі види палива (обсяг палива);
- тверді види палива (обсяг палива);
- газ, спалений у факелі (обсяг газу, спаленого у факелі);
- очищення газів: карбонати (Метод А) (обсяг спожитого карбонату);
- очищення газів: гіпс (Метод Б) (обсяг виробленого гіпсу).²⁰

До стандартизованих комерційних видів палива належить дизельне паливо та бензин, інші газоподібні та рідкі види палива – це природний газ та мазут, тверді види палива – це вугілля, торф, деревне вугілля, тверда біомаса та ін.

Для проведення моніторингу і визначення мінімальних вимог до рівнів точності для даних про діяльність та розрахункових коефіцієнтів оператор визначає категорію установки та категорію кожного матеріального потоку.

Оператор класифікує установку за однією з таких категорій:

- установка категорії А – установка, в якій середній річний обсяг викидів парникових газів, за винятком викидів CO₂, що походить з біомаси, не перевищує 50 000 тонн еквіваленту CO₂;

- установка категорії Б – установка, в якій середній річний обсяг викидів парникових газів, за винятком викидів CO₂, що походить з біомаси, становить більше 50 000 тонн еквіваленту CO₂, але не перевищує 500 000 тонн еквіваленту CO₂;
- установка категорії В – установка, в якій середній річний обсяг викидів парникових газів, за винятком викидів CO₂, що походить з біомаси, перевищує 500 000 тонн еквіваленту CO₂.

Матеріальні потоки класифікуються за такими категоріями:

- незначні матеріальні потоки – матеріальні потоки, визначені оператором, на які в сукупності припадає менш як 5000 тонн еквіваленту CO₂ на рік, або менше 10 відсотків сумарного обсягу CO₂, залежно від того, що із зазначеного буде більшим в абсолютних величинах, але не більше 100 000 тонн CO₂ на рік;
- мінімальні матеріальні потоки – матеріальні потоки, визначені оператором, на які в сукупності припадає менш як 1000 тонн еквіваленту CO₂ на рік, або менше 2 відсотків сумарного обсягу CO₂, залежно від того, що із зазначеного буде більшим в абсолютних величинах, але не більше 20 000 тонн CO₂ на рік;
- значні матеріальні потоки – матеріальні потоки, які не підпадають під критерії незначних або мінімальних потоків.²⁰

Для розрахунку викидів CO₂ під час спалювання використовується розрахункова методика, що базується на показнику нижчої теплотворної здатності (НТЗ).

Згідно з розрахунковою методикою оператор, використовуючи НТЗ, розраховує викиди CO₂ від спалювання палива для кожного матеріального потоку (виду палива, що споживається) шляхом множення даних про діяльність (обсяг спаленого палива) на відповідний коефіцієнт викидів, виражений в тоннах CO₂ на тераджоуль (т CO₂/ТДж) і на відповідний коефіцієнт окислення згідно формули (3.4):

$$Вик_{CO_2i} = ДД_i \cdot НТЗ_i \cdot КВ_i \cdot КО_i \quad (3.4)$$

де: $Вик_{CO_2i}$ – викиди CO_2 від спалювання палива виду i , т CO_2 ;

$ДД_i$ дані про діяльність: обсяг спалювання палива виду i , т або тис. m^3 ;

$НТЗ_i$ – нижча теплотворна здатність палива виду i , ТДж/т або ТДж/тис. m^3 ;

$КВ_i$ – коефіцієнт викидів CO_2 для палива виду i , т CO_2 /ТДж;

$КО_i$ – коефіцієнт окислення для палива виду i (безрозмірний).

Дані про діяльність та розрахункові коефіцієнти з одиницями виміру в тоннах використовуються для твердих речовин і рідин, тоді як для газоподібних речовин дозволяється використовувати тонни або кубічні метри. Для того, щоб досягти аналогічного порядку значень для твердих, рідких та газоподібних речовин, значення об'єму останніх мають бути представлені в тисячах кубічних метрів.

Рівні точності для даних про діяльність визначаються з використанням порогових значень максимальної невизначеності, яка допускається для визначення обсягу палива та наведена в документах про калібрування та повірку засобів вимірювальної техніки (далі ЗВТ). У таблиці 3.1 наведені значення рівнів точності для даних про діяльність.²³

Таблиця 3.1. Рівні точності для даних про діяльність

№ рівня точності	Визначення
1	2
1	дані про діяльність: обсяг палива [т або тис. m^3] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 7,5\%$
2	дані про діяльність: обсяг палива [т або тис. m^3] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 5,0\%$
3	дані про діяльність: обсяг палива [т або тис. m^3] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 2,5\%$
4	дані про діяльність: обсяг палива [т або тис. m^3] за звітний період визначається з максимально дозволеною невизначеністю $\pm 1,5\%$

Рівні точності для розрахункових коефіцієнтів описані в додатку 1 ПМЗ.

Головним чином вони поділяються на

- рівень точності 1 – оператор застосовує значення коефіцієнтів за замовчуванням, що наведені в додатку 3 до ПМЗ (це найнижчий рівень точності, який рекомендується застосовувати тільки в крайніх випадках, коли інші рівні точності застосувати неможливо з поважних причин);
- рівень точності 2а – оператор застосовує коефіцієнти викидів парникових газів для конкретних видів палива або матеріалу відповідно до деталізованих довідкових значень розрахункових коефіцієнтів, які публікуються щороку на офіційному веб-сайті Міндовкілля, або у разі їх відсутності опубліковані на веб-сайті Міндовкілля коефіцієнти за замовчуванням, які були використані для останнього Національного звіту (кадастру) антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів, поданого Україною до Секретаріату Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату;
- рівень точності 2б – оператор застосовує коефіцієнти викидів парникових газів для палива на основі наведених непрямих даних із співставленням їх з відповідними показниками, вимірними, щонайменше, один раз на рік лабораторним шляхом. Такі показники наводяться в протоколах якості палива, які постачальник палива зобов'язаний згідно укладеного договору подавати оператору. Проте, лабораторія, що проводить вимірювання якості такого палива повинна відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 9001:2015 «Системи управління якістю. Вимоги» та ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання» або бути акредитованою згідно ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні

вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій»;

- рівень точності 3 – оператор самостійно проводить лабораторні вимірювання якості палива згідно плану відбору проб для кожного виду палива в лабораторії, що має акредитацію відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій».

За консервативним підходом коефіцієнт окислення (КО) дорівнює 1, і оператор має право у будь-якому випадку застосовувати це значення. Оператор зобов'язаний використовувати значення, що дорівнює 1, для коефіцієнта окислення, якщо у коефіцієнті викидів CO₂ враховано ефект неповного окислення. Вимоги щодо застосування та визначення КО викладені у пункті 41 ПМЗ.²⁰

Основні принципи здійснення моніторингу та звітності, яких оператори повинні дотримуватися під час виконання своїх зобов'язань з МЗВ це:

1. Повнота. Моніторинг та звітність повинні бути повними та охоплювати викиди всіх ПГ, які передбачені для відповідного виду діяльності, зокрема, від технологічних процесів та спалювання з усіх джерел викидів ПГ і всіх матеріальних потоків, які відносяться до відповідного виду діяльності. При цьому оператори зобов'язані не допускати подвійного обліку викидів ПГ та вживати необхідних заходів для запобігання виникненню прогалин у даних, що можуть призвести до недоврахування викидів ПГ протягом звітного періоду.
2. Узгодженість та співставність у часі. Часові ряди даних повинні бути послідовними протягом багатьох років. Довільне внесення змін до методики моніторингу не допускається. Саме тому ПМ, а також істотні зміни до нього повинні бути затверджені Міндовкіллям. Оскільки для всіх установок діють однакові підходи до моніторингу, а гнучкість

забезпечується вибором рівнів точності, отримані дані моніторингу можна порівнювати між установками.

3. Прозорість. Збір даних, обробка і розрахунок повинні здійснюватися у прозорий спосіб. Це означає, що вихідні дані, методи їх отримання та обробки (іншими словами, всі етапи збору та обробки даних протягом звітного періоду) повинні бути задокументовані у прозорий спосіб, і вся відповідна інформація має надійно зберігатися та надаватися на вимогу верифікатора та Міндовкілля. Слід зазначити, що забезпечення прозорості відповідає також інтересам оператора, оскільки це полегшує передачу обов'язків при зміні персоналу і зменшує ймовірність помилок та упущень. При низькій прозорості проведення верифікації є більш обтяжливим та трудомістким.
4. Точність. Оператори повинні докладати належних зусиль для забезпечення найвищої можливої точності розрахунків та вимірювання викидів ПГ.
5. Достовірність звітних даних про викиди ПГ. Цей принцип є наріжним каменем системи МЗВ. Нижче наведені деякі елементи, які необхідні для здійснення моніторингу належним чином:
 - застосована методика моніторингу і процес збору та обробки даних повинні дозволити верифікатору досягти обґрунтованої впевненості у достовірності звітних даних про викиди ПГ, тобто процес моніторингу повинен пройти незалежну перевірку;
 - дані не повинні містити суттєвих викривлень, і також потрібно уникати упередженості;
 - дані повинні забезпечувати достовірний розрахунок викидів ПГ від установки;
 - удосконалення, пов'язані з підвищенням точності, мають бути співмірними з додатковими витратами, які потребуватимуться для цього; оператори повинні прагнути досягти найвищої

можливої точності, якщо це є технічно можливим або не призведе до необґрунтованих витрат.

6. Постійне вдосконалення процесу моніторингу. Відповідно до пунктів 71 – 73 ПМЗ оператор повинен регулярно подавати звіти про вдосконалення процесу моніторингу, наприклад, для досягнення більш високих рівнів точності, та має враховувати рекомендації, що містяться у верифікаційних звітах.¹⁴

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Порівняння результатів розрахунків викидів CO₂ різними методиками

Згідно Звіту про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів наведеного в додатку А, кількість CO₂ викинутого в атмосферне повітря за 2020 рік установкою ТЕЦ-5 становить 1 836 549,7 т.

Спробуємо розрахувати кількість CO₂ згідно розрахункової методики МЗВ та порівняти отримані результати.

Для розрахунку викидів CO₂ під час спалювання використовується розрахункова методика, що базується на показнику нижчої теплотворної здатності.

Розрахунок викидів проводимо тільки за даними для потоку природний газ, оскільки за даним від підприємства мазут в 2020 році не використовувався.

ТЕЦ-5 згідно класифікації категорій установок належить до категорії В (установка, в якій середній річний обсяг викидів парникових газів, за винятком викидів CO₂, що походить з біомаси, перевищує 500 000 тонн еквіваленту CO₂), а природний газ є значним матеріальним потоком.¹⁹

Рівень точності розрахункових коефіцієнтів (НТЗ та КВ) становить 2а, оскільки протоколи якості газу відсутні. Це означає, що для розрахунку викидів CO₂ використовуються значення розрахункових коефіцієнтів, що наведені в Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні та опубліковані на сайті Міндовкілля (значення коефіцієнтів викидів парникових газів та значення нижчих теплотворних здатностей (НТЗ) палив на одиницю маси, що використовуються в «Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2019 рр.» наведені в Додатку Б).²⁴

Отже, дані для розрахунку такі:

- кількість використаного газу за 2020 рік згідно даних від підприємства становить 959 643 тис. м³;
- нижча теплотворна здатність природного газу становить 34,4 ГДж/1000 м³ або 0,0344 ТДж/тис.м³;
- коефіцієнт викиду для природного газу становить 55,9 т СО₂/ТДж.
- коефіцієнт окислення для природного газу становить 1.

Тому кількість СО₂ становить:

$$ВикСО_{2ПрГаз} = 959\,643 \cdot 0,0344 \cdot 55,9 \cdot 1 = 1\,845\,355,1 \text{ т}$$

Різниця між кількістю викидів СО₂ розрахованих цими двома методиками становить 8 805,4 т (0,5%).

Згідно ставки екологічного податку за 2020 рік викид 1 т СО₂ коштує 10 грн, тобто різниця в коштах становить 88 054 грн, що є дуже суттєвою сумою.²⁵

4.2 Порівняння методик

Результати розрахунків наведених вище показують, що згідно методики МЗВ викид СО₂ є більшим, ніж згідно результатів ГКД.

Це свідчить, що одна з методик може мати більшу похибку, ніж інша, що призводить до такої різниці в результатах.

Порівняння показників обох методик наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Порівняння показників методик розрахунку викидів парникових газів

ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення»	Розрахункова методика МЗВ
1	2
Дата прийняття: 14.06.2002	Дата прийняття: 13.10.2021
На заміну РД 34.02.305-90	Нова розроблена методика по прикладу методик з ЄС

Закінчення табл. 4.1

1	2
Немає рівнів точності для даних, що використовуються для розрахунків	Має рівні точності для даних про діяльність та для розрахункових коефіцієнтів
Немає вимог до акредитації лабораторії, що надає протоколи якості палива	Вимагає, щоб лабораторія була акредитована згідно ДСТУ ISO/IEC 17025:2019
Не бере до уваги похибку обладнання, яке вимірює кількість використаного палива	Розраховує оцінку невизначеності для кожного матеріального потоку
Не враховує ризиків, що виникають під час збору даних	Враховує ризики, які виникають під час збору даних

Отже, порівнявши дві методики можна зробити висновок, що розрахункова методика МЗВ є більш сучасною та точнішою методикою, ніж ГКД, оскільки вона враховує всі ризики та бере до уваги похибки від початкових визначень даних про діяльність протягом всіх стадій обчислень, аж до кінцевих результатів.

Проте, для повної екологічної модернізації системи моніторингу парникових газів будь-якого підприємства не достатньо ввести нову точну методику розрахунку викидів CO₂, необхідно також оцінити стан обладнання установки, його коефіцієнт корисної дії, точність приладів, якими вимірюють кількість палива, що використовується на установці та ін.

4.3 Засоби вимірювальної техніки

На ТЕЦ-5 для вимірювання кількості використання природного газу використовується вимірювальний комплекс ОЕ-22ДМіз-1-1, невизначеність якого становить ± 3 % згідно документів про повірку, що відповідає рівню точності 2 відповідно визначенню рівнів точності для даних про діяльність розрахункової методики МЗВ.

Чим вищий рівень точності, тим менша імовірність допущення похибки під час вимірювання кількості палива, що використовується установкою та менша похибка кінцевого результату обчислення кількості викидів CO₂.

Відповідно до додатку 1 та п. 26 ПМЗ, рівень точності для даних про діяльність та розрахункових коефіцієнтів для установки категорії В повинен відповідати найвищому рівню точності або якщо застосування належного рівня точності є технічно нездійсненно або призведе до необґрунтованих витрат, оператор має право застосовувати рівні точності, нижчі на один рівень. Тобто, для установки категорії В допускається використання 3 рівня точності ($\pm 2,5\%$) для даних про діяльність та 2а/2б рівня точності для розрахункових коефіцієнтів.²⁰

Оскільки, на ТЕЦ-5 встановлений вимірювальний комплекс, показник невизначеності якого відповідає 2 рівню точності ($\pm 5\%$) – це є порушенням вимог МЗВ та може призвести до значних помилок в кінцевих розрахунках викидів CO₂.

Для забезпечення точності результатів вимірювання кількості палива підприємство повинно забезпечити точніший метод вимірювання. Цього можна досягти двома шляхами: замінити існуючий ЗВТ на більш сучасний та точний або використовувати ЗВТ постачальника палива для визначення даних про діяльність, якщо він буде забезпечувати вищий рівень точності вимірювань, ніж той, що є зараз на установці.

Перший варіант, хоч є більш витратним, але забезпечить точне виконання вимог МЗВ та дасть можливість оператору самостійно здійснювати вимірювання кількості використаного палива, забезпечити належні умови та точність вимірювання, самостійно здійснювати контроль за своєчасною повіркою та калібруванням приладу (за потреби), вчасно знімати, обробляти та передавати показники вимірювань, коли це потрібно та не залежати від інших підприємств, за вимоги надавати доступ для огляду приладу уповноваженим органам, що здійснюють екологічну перевірку.

4.4 Лабораторія

Відповідно до вимог рівнів точності для установки категорії В розрахункові коефіцієнти повинні відповідати 3 рівню точності (визначення лабораторним шляхом). На даний час на установці відсутні будь-які лабораторні вимірювання якості палива, а протоколи, які надає постачальник не відповідають вимогам МЗВ, оскільки лабораторії, що здійснюють оцінку якості палива не акредитовані згідно ДСТУ EN ISO 9001:2015 «Системи управління якістю. Вимоги» та ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання» або згідно ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій».²⁰

Для належного виконання вимог МЗВ оператор зобов'язаний акредитувати власну лабораторію відповідну до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій» або укласти договір з лабораторією, що має дану акредитацію.

Оператор зобов'язаний забезпечити, щоб відбір проб, лабораторний аналіз, калібрування та валідація для визначення розрахункових коефіцієнтів на основі лабораторних аналізів здійснювалися шляхом застосування відповідних методик.

Результати лабораторного аналізу можуть бути використані тільки для періоду постачання або партії палива чи матеріалу, для яких були відібрані проби, та для яких такі проби є репрезентативними.

Якщо розрахункові коефіцієнти визначаються на основі лабораторних аналізів, оператор готує план відбору проб для кожного виду палива або матеріалу. План відбору проб готується оператором у вигляді письмової процедури, яка містить інформацію про методики підготовки проб, у тому числі інформацію про розподіл обов'язків, а також місце, періодичність, кількість і методики зберігання та транспортування проб.

Оператор зобов'язаний забезпечити об'єктивність та репрезентативність отриманих проб для відповідної партії або періоду поставки. План відбору проб повинен бути погоджений з лабораторією, що проводить лабораторний аналіз палива або матеріалу.

Оператор зобов'язаний забезпечувати дотримання мінімальної періодичності аналізів для палива та матеріалу, що наведена в табл. 4.2.²⁰

Таблиця 4.2 – Мінімальна періодичність лабораторних аналізів

Паливо/Матеріал	Мінімальна періодичність аналізів
1	2
Природний газ	не рідше ніж 1 раз на тиждень
Інші гази, зокрема синтез-газ, технологічний газ переробки газового конденсату та супутні технологічні гази, такі як змішаний газ переробки нафти, коксовий газ, доменний та конверторний газ	не рідше ніж 1 раз на добу – з використанням належних процедур у різний час доби
Мазут (наприклад, легкий, середній, важкий, бітум)	кожні 20 000 тонн палива, але не рідше ніж 6 разів на рік
Вугілля, коксівне вугілля, нафтовий кокс, торф	кожні 20 000 тонн палива або матеріалу, але не рідше ніж 6 разів на рік
Інші види палива	кожні 10 000 тонн палива, але не рідше ніж 4 рази на рік
Тверді відходи, що не піддавалися переробці (виробничі або змішані з біомасою)	кожні 5000 тонн відходів, але не рідше ніж 4 рази на рік
Рідкі відходи та тверді відходи, що були піддані попередній переробці	кожні 10 000 тонн відходів, але не рідше ніж 4 рази на рік
Нерудні корисні копалини у вигляді карбонатів (зокрема, вапняк та доломіт)	кожні 50 000 тонн матеріалу, але не рідше ніж 4 рази на рік

Закінчення табл. 4.2

1	2
Глини та сланці	обсяг матеріалів, що відповідає викидам парникових газів 50 000 тонн CO ₂ , але не рідше ніж 4 рази на рік
Інші матеріали (первісні, проміжні та кінцева продукція)	залежно від типу та виду матеріалу - обсяг матеріалу, що відповідає викидам парникових газів 50 000 тонн CO ₂ , але не рідше ніж 4 рази на рік

4.5 Обробка даних та система контролю

Для проведення моніторингу оператор повинен розробити та ввести в дію письмі процедури обробки даних та ведення моніторингу. Ці процедури допомагають визначити послідовність ведення моніторингу, забезпечити належну якість початкових даних, подальшу їх обробку та зберігання.

Письмові процедури обробки даних повинні включати такі елементи:

- назву процедури;
- посилання на процедуру, яке дає змогу її відстежувати та перевіряти;
- визначення посад або підрозділів, відповідальних за впровадження процедури, та дані, які отримуються під час виконання процедури, або дані, які врегульовуються процедурою;
- визначення джерел первинних даних;
- опис кожного етапу обробки даних від первинних даних до результатів річних викидів парникових газів, який повинен відображати послідовність та взаємодію процедур обробки даних;
- необхідні операційні кроки для кожної окремої процедури обробки даних, у тому числі формули та перелік даних, застосованих для визначення викидів парникових газів;

- відповідні електронні системи обробки та зберігання даних, які використовуються, а також взаємодію між такими системами та іншими вхідними даними, зокрема введеними вручну;
- спосіб, у який здійснюється запис процедур обробки даних.

Письмові процедури, пов'язані із заходами з контролю, повинні, зокрема, включати:

- 1) забезпечення якості засобів вимірювальної техніки;
- 2) забезпечення якості системи інформаційних технологій, що використовується для обробки даних, у тому числі контроль процесів комп'ютерних технологій;
- 3) розмежування обов'язків з обробки даних та здійснення заходів з контролю, а також управління компетенціями;
- 4) внутрішні перевірки та підтвердження даних;
- 5) виправлення та коригувальні дії;
- 6) контроль за процесами, пов'язаними із залученням зовнішніх підрядників;
- 7) збереження записів і документів, зокрема різних версій кожного документа.

Для забезпечення якості системи інформаційних технологій оператор зобов'язаний забезпечити, щоб система інформаційних технологій була розроблена, задокументована, протестована, а також експлуатувалась, контролювалась та підтримувалась у такому стані, який забезпечує надійну, точну та своєчасну обробку даних.

Заходи з контролю системи інформаційних технологій повинні передбачати здійснення контролю доступу та контролю резервного копіювання, відновлення, забезпечення безперервності планування та безпеки.²⁰

На даний момент установка немає всіх необхідних процедур, що забезпечать точність та безпеку даних. Оператор повинен розробити та

запровадити такі процедури для модернізації своєї установки згідно вимог МЗВ.

4.6 Модернізація котлів економайзерами

Ефективність котлів, що працюють на природному газі, коливається в межах 90 – 94 %. На виході з димової труби температура димових газів сягає 110 – 130 °С, й зазвичай ця теплова енергія просто розсіюється. Однак економайзери допомагають використати її з користю.

Економайзери (або утилізатори тепла димових газів) – це пристрої, що дозволяють повернути частину тепла з димових газів теплових генераторів (котлоагрегаторів) назад до системи.²⁶

Конденсаційні економайзери можуть застосовуватися як для невеликих котелень, так і для великих ТЕЦ. Найбільш поширена їх конструкція передбачає розміщення на шляху виходу димових газів системи трубок з водою. Проходячи між ними, гази охолоджуються до температури точки роси. Конфігурація та розташування трубок сповільнює гази, що дає більше часу на передачу тепла воді, що рухається ними.

На наступних етапах димові гази охолоджуються нижче точки роси. Пар, який є у їх складі, переходить у конденсат – в результаті чого вивільняється значна кількість тепла. Ця енергія передається хімічно підготовленій воді, яка використовується для підживлення теплових мереж. Отриманий конденсат проходить нейтралізацію та повторно використовується в циклі підготовки води.

Попередньо підігріта вода може подаватися в сам котел: вища початкова температура дозволяє скоротити витрати палива. Крім того, її можна використовувати для опалення приміщень або виробничих потреб підприємств.

Переваги, що дає економайзер:

- підвищення коефіцієнту корисної дії котла;
- зниження витрати палива;
- легкість переобладнання існуючих установок;

- зниження викидів CO₂.

Технічна оцінка:

- потужність конденсаційного економайзера становить 26 Гкал/год (30 МВт);
- термін використання – 6 000 год/рік;
- генерує теплової енергії – 156 000 Гкал/рік;
- зменшення викиду CO₂ на 6,7 %.

Економічна оцінка:

- 156 000 Гкал теплової енергії еквівалентно спалюванню 20,3 млн м³/рік природного газу;
- споживання газу до реконструкції становить 183 млн м³/рік;
- щорічна економія газу після реконструкції дорівнює 10 % .

Фінансова оцінка:

- річна економія витрат, при вартості газу 7 грн/м³ – 142 млн грн;
- вартість впровадження – 373 млн грн;
- окупність проекту – 2,6 року.²⁶

КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» вже має проект встановлення економайзера на ТЕЦ-5 та в найближчому майбутньому планує втілити його в реальність.

ВИСНОВКИ

1. В даній кваліфікаційній роботі було розглянуто проблему викидів парникових газів, їх негативний вплив на клімат, що призводить до глобального потепління. На прикладі установки ТЕЦ-5 СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» розглянуто наявну систему моніторингу парникових газів на підприємствах та можливості її вдосконалення.
2. Проведено порівняльний аналіз методик моніторингу викидів парникових газів: ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення» та розрахункової методики моніторингу, звітності та верифікації, які використовуються на установці ТЕЦ-5 СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО». Наведено порівняння цих методик та визначено, що точнішою є розрахункова методика моніторингу, звітності та верифікації.
3. В результаті порівняння визначено, що різниця між кількістю викидів CO₂, розрахованих методиками, що були розглянуті становить 8 805,4 т, тобто згідно розрахункової методики МЗВ викид CO₂ за даними про діяльність підприємства 2020 року, на 0,5% більший, ніж згідно розрахунку по ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення», а різниця за сплату екологічного податку становить 88 054 грн.
4. Для покращення системи моніторингу ТЕЦ-5 СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» запропоновано проводити моніторинг парникових газів згідно Методичних рекомендації з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок, для визначення якості палива користуватися послугами лабораторії, що

акредитована згідно ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій», замінити лічильник газу, що встановлений на вузлі обліку газу на більш точний, невизначеність якого не буде перевищувати значення в $\pm 1,5\%$, розробити та ввести в дію процедури обробки даних та системи контролю .

5. Для зменшення викидів CO₂ запропоновано встановити на ТЕЦ-5 СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» конденсаційний економайзер, який забезпечить економію теплоти та повернення частини димових газів назад до системи для повторного їх очищення.
6. Річна економія витрат при встановленні економайзера становить 142 млн грн (при вартості газу 7 грн/м³). Окупність проекту – 2,6 року. Скорочення викиду CO₂ на 6,7%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

¹ Офіційний сайт КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО». <https://kte.kmda.gov.ua/>
(дата звернення Лист. 10, 2022)

² КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО».
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE> (дата звернення Лис. 10, 2022)

³ Наслідки глобального потепління
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B8_%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F (дата звернення Лис. 25, 2022)

⁴ Дідух Я. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. *Вісник Національної академії наук України*; 2009, № 2, с. 34 – 44.
http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2009_2_12 (дата звернення Лис. 25, 2022)

⁵ Зміна клімату в Україні та світі: причини, наслідки та рішення для протидії <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html> (дата звернення Лис. 30, 2022)

⁶ Глобальне потепління чи сонячна активність: чому почастишали природні катаклізми і чого чекати в майбутньому
<https://latifundist.com/spetsproekt/934-globalne-poteplinna-chi-sonyachna-aktivnist-chomu-pochastishali-prirodni-kataklizmi-i-chogo-chekati-v-majbutnomu>
(дата звернення Лис. 30, 2022)

⁷ Masson-Delmotte, V., Zhai P., Pirani A., Connors S.L., Pean C., Berger S. Future Global Climate: Scenario-based Projections and Near-term Information. *Climate Change 2021: The Physical Science Bas* [Online] 2021, s 553 – 673.

https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf (accessed Dec. 02, 2022)

⁸ Михайлова Є.О. Викиди парникових газів в Україні та світі. *Збірник наукових статей та матеріалів VIII-ї міжнародної науково-методичної конференції та 115-ї міжнародної конференції EAS «Безпека людини у сучасних умовах»*, матеріали доповідей, Харків, Україна, Грудень 8 – 9, 2016; ГО«СФБЖДЛ»: Харків, 2016; с. 256 – 264.

⁹ Адаптація до зміни клімату <https://mepr.gov.ua/content/adaptaciya-do-zmini-klimatu.html> (дата звернення Груд. 03, 2022)

¹⁰ Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році <https://mepr.gov.ua/news/31171.html> (дата звернення Груд. 03, 2022)

¹¹ Омаров А. Е. Сучасний стан екологічної безпеки в Україні. *ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ. Серія "Державне управління"* [Онлайн]; **2017**, 2, с. 157 – 165. http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/6026/1/Zb%D1%96rnik_NUCZU_2017_2%287%29-131117%281%29.pdf (дата звернення Груд. 05, 2022)

¹² Зміна клімату: причини та наслідки <https://www.ekoenergy.org/uk/extras/climate-change/> (дата звернення Груд. 05, 2022)

¹³ Парниковий ефект та його причини і наслідки. Проблема і суть парникового ефекту коротко <https://nrv.org.ua/parnykovyj-efekt-ta-jogo-prychyny-i-naslidky-problema-i-sut-parnykovogo-efekt-korotko/> (дата звернення Груд. 05, 2022)

¹⁴ Закон України від 12.12.2019 р. №377-IX «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів». Чинний від 01.01.2021 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text> (дата звернення Груд. 06, 2022)

<https://www.climatecentral.org/climate-matters/peak-co2-heat-trapping-emissions>

(accessed Dec. 06, 2022)

¹⁶ Єременко І. Кліматична політика України: енергетична складова

https://ua.boell.org/sites/default/files/hbs_klimatichna_politika_ukrayini_energetichna_skladova.pdf (дата звернення Груд. 06, 2022)

¹⁷ Торгівля квотами на викиди на практиці: посібник із розбудови та

впровадження системи торгівлі

https://icapcarbonaction.com/system/files/document/ets_handbook_ukr.pdf (дата

звернення Груд. 08, 2022)

¹⁸ Засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів,

ключові сторони та їх відповідальність [https://center-ltd.com.ua/zasady-](https://center-ltd.com.ua/zasady-monitoryngu-zvitnosti-ta-veryfikatsiyi-vykydiv-parnykovykh-gaziv-klyuchovi-storony-ta-yih-vidpovidalnist/)

[monitoryngu-zvitnosti-ta-veryfikatsiyi-vykydiv-parnykovykh-gaziv-klyuchovi-storony-ta-yih-vidpovidalnist/](https://center-ltd.com.ua/zasady-monitoryngu-zvitnosti-ta-veryfikatsiyi-vykydiv-parnykovykh-gaziv-klyuchovi-storony-ta-yih-vidpovidalnist/) (дата звернення Груд. 10, 2022)

¹⁹ Постанова №880 від 23.09.2020 р. «Про затвердження переліку видів

діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають

моніторингу, звітності та верифікації». [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/880-](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/880-2020-%D0%BF#n8)

[2020-%D0%BF#n8](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/880-2020-%D0%BF#n8) (дата звернення Груд. 10, 2022)

²⁰ Постанова №960 від 23.09.2020 р. «Про затвердження Порядку

здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів».

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення

Груд. 10, 2022)

²¹ Система моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів

<https://eco.kiev.ua/poslugy/sistema-mzv-parnikovih-gaziv/> (дата звернення Груд.

10, 2022)

²² ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин в атмосферу

від енергетичних установок. Методика визначення». Чинний від 01.07.2002

року. http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=51507 (дата

звернення Груд. 15, 2022)

²³ Методичні рекомендації з оцінки викидів парникових газів за видами діяльності установок. Чинний від 13.10.2021 року. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96562 (дата звернення Груд. 15, 2022)

²⁴ Коефіцієнти викидів парникових газів та значення нижчих теплотворних здатностей (НТЗ) палив на одиницю маси, що використовуються в «Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990 – 2019 рр.» <https://mepr.gov.ua/news/37927.html> (дата звернення Січ. 02, 2023)

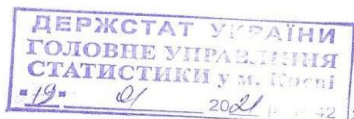
²⁵ Податковий кодекс України. Редакція від 23.11.2018 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення Січ. 05, 2023)

²⁶ Встановлення конденсаційного економайзера для використання теплоти димових газів котла ТЕЦ-5 СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» <https://energysecurityua.org/wp-content/uploads/2021/04/CE-Simplified-2021-03-09-UKR-final.pdf> (дата звернення Січ. 10, 2023)

ДОДАТКИ

Додаток А

Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів за 2020 рік установки ТЕЦ-5 СП «Київські ТЕЦ» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»



Ідентифікаційний код ЄДРПОУ | 4 | 0 | 5 | 3 | 8 | 4 | 2 | 1

Державне статистичне спостереження

Конфіденційність статистичної інформації забезпечується статтями 21 та 22 Закону України "Про державну статистику"

Порушення порядку подання або використання даних державних статистичних спостережень тягне за собою відповідальність, яка встановлена статтею 186³ Кодексу України про адміністративні правопорушення

Безкоштовний сервіс для електронного звітування "Кабінет респондента" за посиланням: <https://statzvit.ukrstat.gov.ua/>

ЗВІТ ПРО ВИКИДИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН І ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ВІД СТАЦІОНАРНИХ ДЖЕРЕЛ ВИКИДІВ за 2020 рік

Подають:	Термін подання
юридичні особи, відокремлені підрозділи юридичних осіб, що мають об'єкти, які перебувають на державному обліку в галузі охорони атмосферного повітря та здійснюють викиди забруднюючих речовин і парникових газів - територіальному органу Держстату	не пізніше 20 січня

№ 2-ТП (повітря)
(річна)
ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Держстату
18 грудня 2019 р. № 405

Респондент:
 Найменування: СП "КИЇВСЬКІ ТЕЦ" КП "КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО" (ТЕЦ-5)

Місцезнаходження (юридична адреса): 01001, м. Київ, площа Івана Франка, 5

(поштовий індекс, область /АР Крим, район, населений пункт, вулиця /провулок, площа тощо, № будинку /корпусу, № квартири /офісу)

Адреса здійснення діяльності, щодо якої подається форма звітності (фактична адреса): 01013, м. Київ, вул. Промислова, 4, Голосіївський район

(поштовий індекс, область /АР Крим, район, населений пункт, вулиця /провулок, площа тощо, № будинку /корпусу, № квартири /офісу)

Розділ І. Сумарні викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря

Коди забруднюючих речовин і парникових газів	Найменування забруднюючих речовин і парникових газів,	Кількість викинутих в атмосферне повітря забруднюючих речовин і парникових газів, тонн з трьома десятковими знаками	Коди забруднюючих речовин і парникових газів	Найменування забруднюючих речовин і парникових газів,	Кількість викинутих в атмосферне повітря забруднюючих речовин і парникових газів, тонн з трьома десятковими знаками
А	Б	І	А	Б	І
00000	Усього по підприємству (без урахування діоксиду вуглецю)	3454,358	11000	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)	3,305
01000	Метали та їх сполуки	0,053	11007	Ацетон	0,461
01003	Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	0,046	11009	Бутиловий ефір оцтової кислоти (бутилацетат)	0,221
01007	Ртуть та її сполуки (у перерахунку на ртуть)	0,003	11012	Гідразин гідрат	0,012
01009	Свинець та його сполуки (у перерахунку на свинець)	0,002	11021	Етилацетат	0,007
01104	Манган та його сполуки (у перерахунку на діоксид мангану)	0,002	11030	Ксилол	0,888
03000	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна)	0,440	11041	Толуол	0,123
03001	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок більше 2,5 мкм та менше 10 мкм	0,001	12000	Метан	50,480
04000	Сполуки азоту	2840,645	16000	Фтор та його сполуки (у перерахунку на фтор)	0,007
04001	Діоксид азоту (NO ₂)	2837,354	16001	Фтористий водень	0,002
04002	Азоту (I) оксид [N ₂ O]	3,290	18000	Фреони	0,013
04004	Азотна кислота	0,001	18002	Хлорфторвуглеці (ХФВ)	0,007
05000	Діоксид та інші сполуки сірки	0,129	18005	Вуглецю чотирихлорид (тетрахлорметан)	0,002
05004	Сульфатна кислота (H ₂ SO ₄) [сірчана кислота]	0,129			
06000	Оксид вуглецю	559,286	07000	Крім того, діоксид вуглецю	1836549,702

Додаток Б

Коефіцієнти викидів парникових газів та значення нижчих теплотворних здатностей (НТЗ) палив на одиницю маси, що використовуються в «Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2019 рр.»

Таблиця Б.1 – Коефіцієнти викидів парникових газів

Найменування палива	Коефіцієнт викидів парникових газів (т CO ₂ /ТДж)	НТЗ (ТДж/тис. тонн)
1	2	3
Сира нафта	73,3	41,6
Газові конденсати	64,1	38,0
Моторний бензин / Автомобільний бензин	72,0	43,0
Гас (керосин) (крім палива газового типу для реактивних двигунів)	71,8	43,8
Газойль / Дизельне паливо	73,7	43,1
Мазут	77,3	40,2
Зріджені нафтові гази (ЗНГ) (нафтовий газ скраплений)	63,0	46,0
Мастила / мастильні матеріали	73,3	39,8
Нафтовий кокс	97,5	31,7

Продовження табл. Б.1

1	2	3
Нафтозаводський газ (нескраплений)	57,5	43,7
Інші нафтопродукти	73,3	40,5
Інші види бітумінозного вугілля (енергетичне вугілля)	94,5	22,0
Лігніт / буре вугілля	101,1	8,6
Кам'яновугільні брикети	97,5	17,2
Доменний кокс (у тому числі кокс і напівкокс, одержані з лігніту/вугілля кам'яного)	107,0	28,2
Газовий кокс	107,0	28,2
Коксовий газ	44,3	35,6
Природний газ*	55,9	47,9*
Торф	105,9	9,4
Брикети з торфу	105,9	14,7
Інша тверда біомаса	—	11,6
Деревне вугілля	—	27,3

Закінчення табл. Б.1

1	2	3
Біобензин	—	27,0
Біодизельне паливо	—	27,0
* За даними "Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2019 рр." при середньозваженій густині природного газу 0,719 кг/м ³ , НТЗ природного газу становить 34,4 ГДж/1000 м ³		