

## Аналіз даних викидів CO<sub>2</sub>

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Аналіз даних щодо викидів CO<sub>2</sub> є важливим завданням у сучасному світі, оскільки відображає екологічну стійкість та вплив людської діяльності на клімат. У даній роботі проводиться аналіз даних щодо викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу з різних джерел, таких як промисловість, транспорт та інші. Результати аналізу можуть допомогти в прийнятті рішень щодо зменшення викидів та розробці стратегій збереження навколишнього середовища.*

**Ключові слова:** аналіз, CO<sub>2</sub>, викиди, атмосфера

### *Abstract*

*Analyzing data on CO<sub>2</sub> emissions is an important task in today's world, as it reflects environmental sustainability and the impact of human activity on the climate. This paper analyzes data on CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere from various sources, such as industry, transport and others. The results of the analysis can help in making decisions about reducing emissions and developing environmental protection strategies.*

**Keywords:** analysis, CO<sub>2</sub>, emissions, atmosphere

### **Вступ**

У зв'язку зі стрімким розвитком сучасної промисловості та технологій виникає нагальна потреба у розумінні та керуванні ефектами антропогенного викиду вуглецю діоксиду (CO<sub>2</sub>) в атмосферу. Викиди CO<sub>2</sub>, що відбуваються внаслідок людської діяльності, мають негативний вплив на клімат, природні екосистеми та здоров'я людей. Підвищення рівня CO<sub>2</sub> у повітрі сприяє глобальному потеплінню, зміні клімату, кислотності океанів та інших серйозних наслідків для природи та життя на планеті.

Аналіз даних щодо викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу стає невід'ємною частиною наукових та практичних зусиль у зменшенні негативного впливу людської діяльності на довкілля. Сприймаючи це як пріоритетну задачу, дослідники та фахівці з усього світу звертають увагу на аналіз даних викидів CO<sub>2</sub> з різних джерел та їхній вплив на кліматичні зміни. Підходи до аналізу даних включають статистичні методи, моделювання складних систем, візуалізацію даних та інші інструменти, які допомагають у розумінні складних взаємодій між людською діяльністю та кліматом.

Метою цієї роботи є провести аналіз даних щодо викидів CO<sub>2</sub>, виявити основні тенденції у викидах, ідентифікувати основні джерела забруднення та розробити рекомендації щодо стратегій зменшення викидів.

### **Теоретична частина**

CO<sub>2</sub> (діоксид вуглецю) - це хімічна сполука, яка складається з одного атома вуглецю та двох атомів кисню. Це один із найважливіших газів у земній атмосфері, який відіграє ключову роль у збереженні тепла в системі Земля-атмосфера, це так званий парниковий газ. CO<sub>2</sub> виникає при спалюванні вугілля, нафти, газу та інших вуглеводнів, а також при деяких природних процесах, таких як дихання та вулканічна діяльність. Великі викиди CO<sub>2</sub> в атмосферу відбуваються через людську діяльність, зокрема

через промисловість, транспорт, виробництво енергії та інші процеси, які використовують вуглеводні палива. Збільшення концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері веде до глобального потепління та змін клімату.

З моменту розвитку промислової революції та відкриття автомобілів, Викиди CO<sub>2</sub> разом з іншими газами вони різко збільшили парниковий ефект. З кожним роком викиди зростають дедалі більше і перевищують межу, встановлену науковою спільнотою, яка називається "незворотною" для наслідків зміни клімату та глобального потепління.

Викиди CO<sub>2</sub> походять від усіх видів спалювання. Від пожежі в стерні, що горить, до дизельного двигуна автомобіля. Промисловість, транспорт, сільське господарство тощо. Вони є основними джерелами викидів CO<sub>2</sub> на планеті. Як результат, середні температури на всій планеті зростають і викликають серйозні дисбаланси в екосистемах.[3]

Незважаючи на те, що технології у галузі відновлюваних джерел енергії спричиняють розвиток у галузі викидів парникових газів, Іспанія не на правильному шляху. У 2017 році Викиди CO<sub>2</sub> зросли на 4,46% порівняно з 2016 роком. Це збільшення є рекордом викидів з часу набрання чинності Кіотським протоколом у 2005 році. Це пов'язано з тим, що Іспанія збільшує використання викопного палива замість сприяння відновлювальним джерелам енергії. Після змін у політиці урядом Рахоя субсидії, що мали відновлювані джерела енергії, були скасовані. Це призвело до того, що початкові інвестиції у цей тип проектів різко зросли, так що прихильність до відновлюваних джерел енергії різко впала.[1]

Збільшення парникових газів в атмосфері є причиною зміни клімату. Вугілля, що використовується для виробництва електроенергії, за 21 рік зріс на 2017%. Зі свого боку природний газ також збільшив своє використання на комбінованих установках на 31,8%. Ми не говоримо про невеликі цифри, навпаки, збільшення досить велике, і це призводить до збільшення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу.

За секторами на споживання енергії, виробленої з викопним паливом, припадає 76,1% викидів, за якими йдуть промислові процеси (цементна, хімічна та металургійна промисловість), що спричиняють 9,6% газів, сільське господарство та тваринництво (10,1%) та управління відходами (4,2 %).

Збільшення викидів також зумовлене незначним відновленням економіки після кризи та високою залежністю від викопного палива. Весь приріст викидів можна розглядати як причину для початку стратегії декарбонізації. Це здійснюється після зміни виробничої моделі і дуже потроху, як рекомендує Паризька угода.

Викиди CO<sub>2</sub> мають численні наслідки як для навколишнього середовища, так і для людей. З послідовним підвищенням середніх глобальних температур за рахунок утримання тепла CO<sub>2</sub> полярні шапки плавляться і підвищення рівня моря. Крім того, коли CO<sub>2</sub> потрапляє в море, він підкислює його, різко зменшуючи популяції.

З точки зору здоров'я, забруднення повітря спричиняє тисячі передчасних смертей на рік від серцево-судинних та респіраторних захворювань. Переважна більшість із них відбувається у великих містах, де забруднення повітря від надмірного дорожнього руху занадто велике.

Однією з основних причин збільшення викидів CO<sub>2</sub> є інтенсивний розвиток промисловості та енергетики. Швидкі темпи індустріалізації в багатьох країнах призводять до значного збільшення використання вуглеводневих палив, таких як вугілля, нафта та природний газ, що призводить до великих викидів CO<sub>2</sub>. Будівництво нових заводів та електростанцій, а також зростання автомобільного парку сприяють подальшому зростанню викидів. Крім того, зростання викидів CO<sub>2</sub> пов'язане зі змінами в споживчих звичках та стилях життя. Широке поширення одноразових товарів, великий попит на швидкі перевезення та збільшення кількості транспортних засобів також призводять до зростання викидів CO<sub>2</sub>. Рівень викидів CO<sub>2</sub> по всьому світу демонструє впевнене зростання.

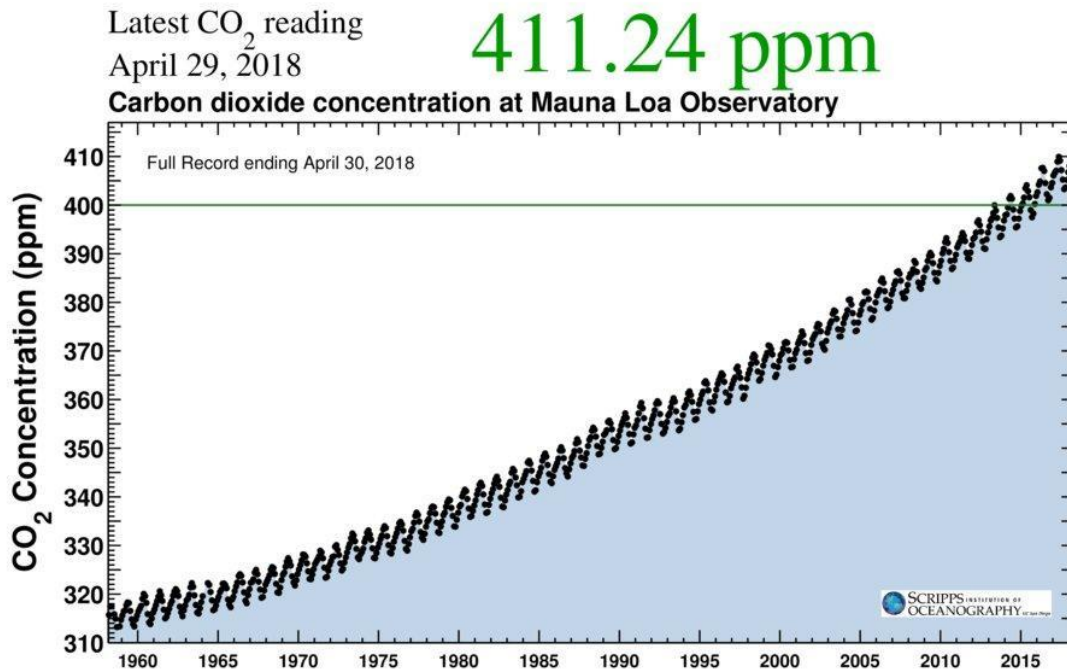


Рисунок 1. Графік зростання викидів CO<sub>2</sub> у світі

### Результати дослідження

У даному дослідженні було проведено порівняльний аналіз викиду CO<sub>2</sub> в промисловості у штатів Флорида та Колорадо.

Для дослідження були використані дані з ресурсу Kaggle про викиди вуглекислого газу у штатах та містах США з 1970-2021 рік. В процесі аналізу ми зробили вибірку даних з 1990-2020 де брали кількість викидів вуглекислого газу від таких ресурсів як вугілля, нафти та газу.[6]

**About this file**

This file contains carbon dioxide emissions data for U.S. states from 1970 onwards, disaggregated by state, sector (residential, commercial, transportation, electric power, and industrial), and fuel type (coal, petroleum, natural gas, and all fuels combined). The file includes variables such as the year, state name, sector name, fuel name, and the carbon dioxide emissions value in million metric tons. This granular data allows for in-depth analysis of U.S. carbon dioxide emissions, enabling users to compare trends across states, sectors, fuel types, and time periods, and to investigate the contributions of different factors to overall emissions levels.

# year	state-name	sector-name	fuel-name	# value
The year for the data entry.	The name of the state.	The sector the emissions were released by.	The type of fuel.	The amount of emissions in million metric tons of CO <sub>2</sub> .
1970	Illinois	Total carbon diox...	All Fuels	27%
1970	Indiana	Industrial carbon d...	Petroleum	27%
1970	Other (57521)	Other (38636)	Other (27485)	46%
1970	Alabama	Industrial carbon dioxide emissions	Coal	26.721507
1970	Alabama	Industrial carbon dioxide emissions	Petroleum	3.577779
1970	Alabama	Industrial carbon	Natural Gas	8.044097

Рисунок 2.Набір даних використаних в дослідженні

За допомогою наданих даних ми згенерували графіки для двох штатів а саме Колорадо та Флорида на яких зображено викиди CO2 у атмосферу з 1990-2020 рік.

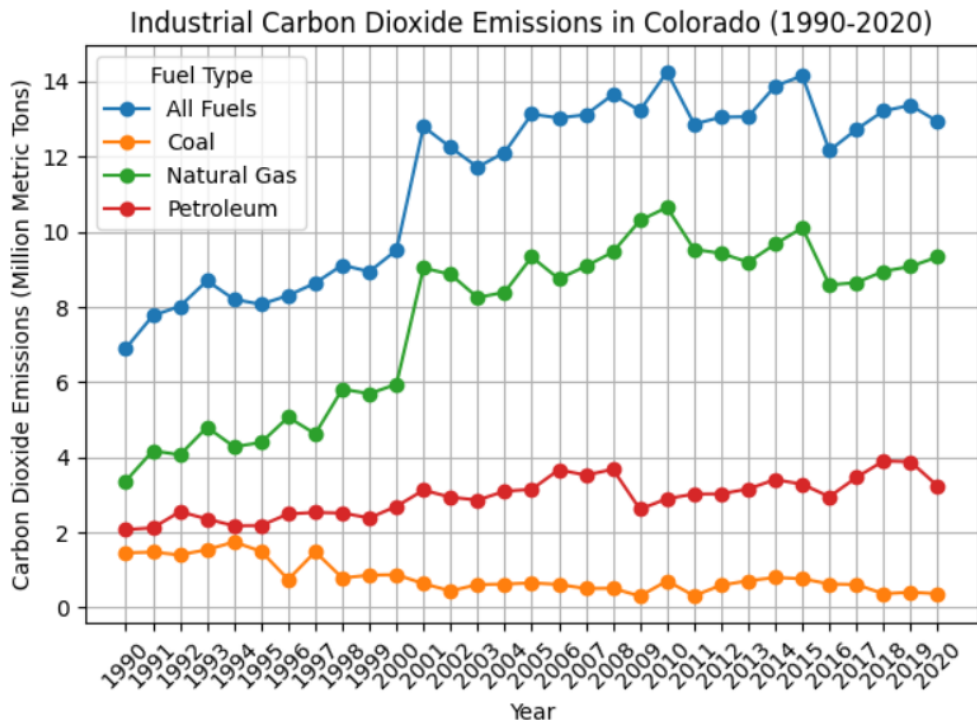


Рисунок 3.Промислові викиди вуглекислого газу в штаті Колорадо

В результаті дослідження ми дізнались, що у штаті Колорадо з 1990-1999 зростання викидів було поступово невелике, а починаючи з 2000 року відбувся стрімкий скачок викидів CO2 в атмосферу що можна побачити на графіку на Рисунку 3.[7]

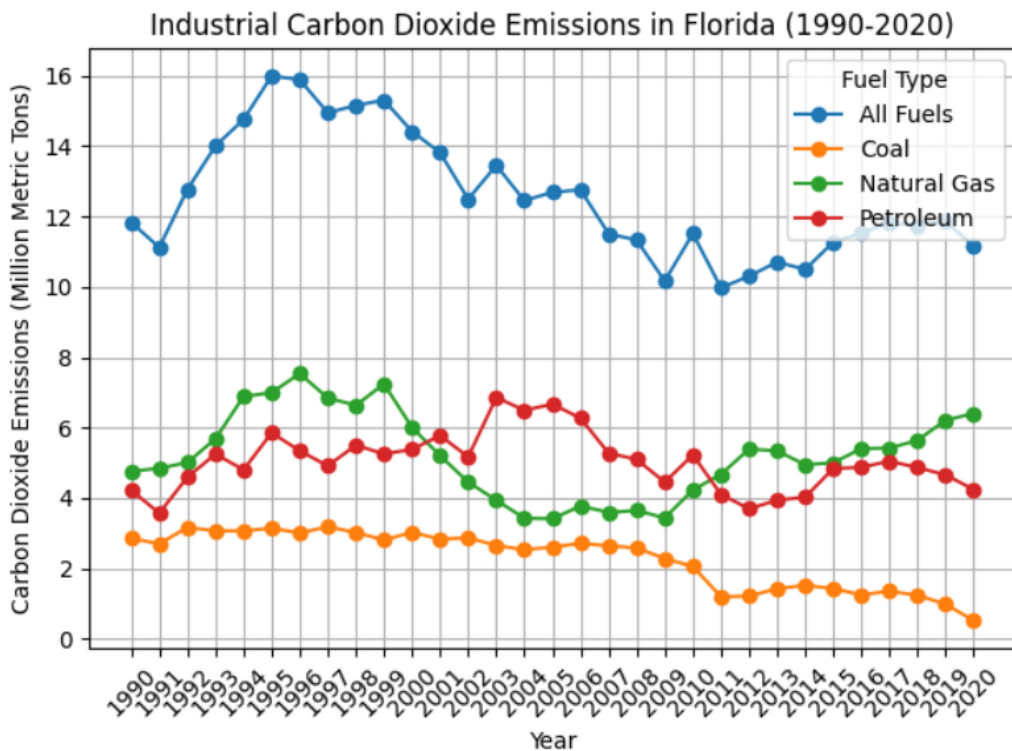


Рисунок 4.Промислові викиди вуглекислого газу в штаті Флорида

Проаналізувавши дані з 1990-2020 рік ми зробили висновок що з 1990 по 1996 відбулося стрімке зростання викидів CO<sub>2</sub> у атмосферу, і починаючи з 1997 до 2020 почали проводитись заходи для зменшення викидів вуглекислого газу що можна помітити на Рисунку 4.

Отримані результати свідчать про те, що в залежності від штату можна помітити як змінювалась змінювалась кількість викидів CO<sub>2</sub> з року в рік починаючи з 1990-2020. Можна зробити висновок що незважаючи на досягнуті успіхи в зменшенні викидів CO<sub>2</sub> дане питання залишається складним і багатогранним завданням, але як ми бачимо на Рисунку 4 не скрізь викиди CO<sub>2</sub> постійно зростають, відбуваються певні заходи для зменшення забруднення в атмосферу.

## Висновки

Аналіз даних викидів CO<sub>2</sub> виявився ключовим етапом у розумінні та управлінні антропогенним впливом на клімат та навколишнє середовище. З допомогою сучасних методів аналізу та використання великого обсягу даних вдалося з'ясувати багато важливих аспектів щодо джерел та динаміки викидів CO<sub>2</sub>, їхнього впливу на кліматичні зміни та розробити стратегії для зменшення негативних наслідків.

Під час дослідження ми встановили, що в штаті Колорадо зростання викидів CO<sub>2</sub> з 1990 по 1999 рік було поступовим і невеликим. Проте, з початку 2000-х років спостерігався раптовий скачок викидів вуглекислого газу в атмосферу.

Проаналізувавши дані за період з 1990 по 2020 роки, ми виявили, що зростання викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу було особливо стрімким з 1990 по 1996 рік. Проте, з 1997 року до 2020 року були прийняті заходи для зменшення викидів парникових газів.

Основні результати аналізу підтверджують, що промисловість, транспорт та енергетика є основними джерелами викидів CO<sub>2</sub>, і ці сектори потребують найбільшої уваги для ефективного зменшення викидів. Також виявлено, що рівень викидів CO<sub>2</sub> зростає з року в рік, що підкреслює необхідність термінових заходів для зменшення антропогенного впливу.

Незважаючи на досягнуті успіхи, виклик зменшення викидів CO<sub>2</sub> залишається складним і багатогранним завданням, яке вимагає спільних зусиль національних урядів, міжнародних організацій, підприємств та громадянського суспільства. Тільки шляхом поєднання наукових досліджень, ефективної політики та дієвих заходів можна досягти значного зменшення викидів CO<sub>2</sub> та створити стійке та екологічно безпечне майбутнє для нашої планети.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белоусова К. Глобальні викиди CO<sub>2</sub>, пов'язані з енергетикою, зросли до рекордного рівня, – МЕА. ЕкоПолітика. 14.03.2022. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/globalni-vikidi-so2-pov-yazani-z-energetikoj-zrosli-do-rekordnogo-rivnya-mea/> (дата звернення: 27.04.2024).
2. Свобода Р. Світові обсяги викидів CO<sub>2</sub> повернулися до показників перед пандемією. Радіо Свобода. 04.11.2021 URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-svitovi-vykydy-so2-pokaznyky/31545297.html> (дата звернення: 27.04.2024).
3. Озтурк І. Викиди вуглекислого газу у світі сягли рекорду: The Wall Street Journal назвала винних. ГЛАВКОМ. 05.03.2022. URL: <https://glavcom.ua/odesa/news/vikidi-vuhlekisloho-hazu-u-sviti-sjahli-rekordu-the-wall-street-journal-nazvala-vinnikh--989225.html> (дата звернення: 27.04.2024).
4. Економічна правда. Механізми зменшення викидів CO<sub>2</sub>. Економічна правда. 31.03.2021. URL: <https://www.epravda.com.ua/projects/ekonomika-bez-vykydiv/2021/03/31/672462/> (дата звернення: 27.04.2024).
5. U.S. CO<sub>2</sub> Emissions Data Analysis Code Starter. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community. URL: <https://www.kaggle.com/code/alistairking/u-s-co2-emissions-data-analysis-code-starter/input> (дата звернення: 27.04.2024).
6. U.S. CO<sub>2</sub> Emissions Data Analysis Code Starter. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community. URL: <https://www.kaggle.com/code/alistairking/u-s-co2-emissions-data-analysis-code-starter/notebook> (дата звернення: 27.04.2024).

**Лендел Вадим Віталійович** — студент групи ІІСТ-206, кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: [lendelvadim50@gmail.com](mailto:lendelvadim50@gmail.com)

**Соболев Андрій Сергійович** — студент групи ІІСТ-206, кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: [Andriy\\_Sobolev@ukr.net](mailto:Andriy_Sobolev@ukr.net)

**Кулик Ярослав Анатолійович** – к.т.н., доцент кафедри Автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [kulyk.y.a@vntu.edu.ua](mailto:kulyk.y.a@vntu.edu.ua)

**Lendel Vadim Vitaliyovych** — Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: [lendelvadim50@gmail.com](mailto:lendelvadim50@gmail.com)

**Sobolev Andriy Sergiyovich** — Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: [Andriy\\_Sobolev@ukr.net](mailto:Andriy_Sobolev@ukr.net)

**Kulyk Yaroslav Anatoliyovych** – Associate Professor of Automation and Intelligent Information Technologies Department, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kulyk.y.a@vntu.edu.ua](mailto:kulyk.y.a@vntu.edu.ua)