

Кобилинська Тетяна

доктор економічних наук, доцент
Головне управління статистики у Житомирській області
<https://orcid.org/0000-0001-8376-9656>

Гринчак Наталія

кандидат економічних наук, доцент
Національна академія статистики, обліку та аудиту
<https://orcid.org/0000-0002-2046-6014>

Мотузка Олена

кандидат економічних наук, доцент
Національна академія статистики, обліку та аудиту
<https://orcid.org/0000-0001-9028-6994>

Модель циркулярної економіки в пом'якшенні наслідків зміни клімату в Україні

Анотація. Зміна клімату та її вплив на економічний та соціальний добробут є важливою актуальною проблемою, яка масово досліджується у сучасному світі. Прискорення економічного зростання внаслідок масового виробництва, підвищення рівня добробуту суспільства та збільшення кількості населення призвело до зростання обсягів виробництва, яке своєю чергою спричинило стрімке збільшення утворення відходів та викидів вуглекислого газу. Сьогодні перед виробниками у всьому світі постає необхідність застосування таких практик ведення бізнесу, які б орієнтувалися на захист навколишнього середовища шляхом скорочення екологічно шкідливих відходів у глобальному масштабі, а перед споживачами – розуміння важливості ощадливого та повторного споживання, збереження біорізноманіття та захисту довкілля на шляху до сталого розвитку. У дослідженні обґрунтовано, що саме циркулярна економіка є тією моделлю, яка поєднує два головні завдання: забезпечення економічного розвитку та пом'якшення наслідків зміни клімату. Завдяки цій економічній моделі, яка зменшує забруднення навколишнього середовища, знижує викиди парникових газів, зводить до мінімуму використання ресурсів для економічного зростання за рахунок того, що вони постійно використовуються повторно, переробляються або перепрофілюються, а не викидаються як відходи, буде можливість залишити майбутнім поколінням більш придатний для життя світ. У дослідженні виявлено значну кореляцію між впровадженням практик циркулярної економіки та досягненням цілей сталого розвитку, зокрема щодо зменшення викидів CO₂. Встановлено складний зв'язок між викидами вуглекислого газу та валовим внутрішнім продуктом, який посідає центральне місце в економіці навколишнього середовища та дослідженнях зміни клімату. На рівні окремих регіонів України обґрунтовано доцільність дослідження взаємозв'язку між обсягами викидів вуглекислого газу та такими показниками, як валовий регіональний продукт, обсяги реалізації продукції та щільність населення. Встановлено, що майже у всіх регіонах України, які демонструють високі темпи зростання показника ВРП на одну особу, спостерігається таке ж зростання обсягів викидів CO₂. Це узгоджується з пріоритетами циркулярної економіки, які полягають у мінімізації видобутку ресурсів шляхом заохочення повторного використання, переробки та повторного виробництва. Виявлено, що регіони з вищою щільністю населення демонструють низькі рівні викидів вуглекислого газу. Це пояснюється тим, що вища щільність населення часто призводить до більш компактного міського середовища. Вона може сприяти економії на розвитку інфраструктури завдяки ефекту масштабування, зокрема у сфері енергоефективних будівель, централізованого опалення та систем утилізації відходів. Органам державної влади необхідно реалізувати стратегії скорочення викидів, орієнтовані на інвестиції у більш екологічні технології, що сприятиме підвищенню енергоефективності та забезпеченню дотримання галузевих стандартів викидів.

Ключові слова: валовий регіональний продукт; викиди парникових газів; викиди CO₂; зміна клімату; обсяги реалізованої продукції; циркулярна економіка; щільність населення.

Актуальність проблеми. Сьогодні людство стикається з багатьма проблемами, серед яких зміна клімату є однією з найбільш згубних, оскільки загрожує чистому повітрю, безпечній питній воді, достатньому харчуванню та безпечному житлу. Очікується, що в період між 2030 і 2050 рр. зміна клімату

матиме серйозні наслідки, які призведуть, за різними оцінками, до щорічного збільшення смертності приблизно на 250 тис. чоловік, головним чином викликані недоїданням, малярією, діареєю та тепловим стресом [30]. Глобальні зусилля щодо гармонізації цілей сталого розвитку (ЦСР) зосереджені на розумінні зв'язку між викидами вуглекислого газу та циркулярною економікою (СЕ).

Внаслідок масового виробництва відбулося прискорення економічного зростання, підвищення рівня добробуту суспільства та демографічний приріст населення, що призвело до збільшення обсягів виробництва та стрімкого зростання утворення відходів та викидів вуглекислого газу [8]. Промислове забруднення, що безпосередньо пов'язане з економічним розвитком, зумовлює необхідність прийняття компаніями практик управління навколишнім середовищем для скорочення екологічно шкідливих відходів у глобальному масштабі. Вкрай важливим є створення моделей, які б орієнтувалися на захист навколишнього середовища, збереження біорізноманіття та повагу до природи на шляху до сталого розвитку без загрози для рівня життя людей. Циркулярна економіка є однією з таких моделей. Завдяки цій економічній моделі, яка зменшує забруднення навколишнього середовища, знижує викиди парникових газів, зводить до мінімуму використання ресурсів для економічного зростання та створює нові робочі місця, майбутнім поколінням дістанеться більш придатний для життя світ.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Проблема дослідження економічних моделей, які б орієнтувалися на захист навколишнього середовища, збереження біорізноманіття та повагу до природи на шляху до сталого розвитку без загрози для рівня життя людей, приділяють увагу багато зарубіжних науковців. Паскуалотто К., Каллегаро-Де-Менесес Д., Шутте К.С.Л. стверджують, що в контексті розуміння зв'язку між викидами вуглекислого газу (CO₂) та циркулярною економікою (СЕ), її можна розглядати як шлях до досягнення конкретних цілей сталого розвитку, наприклад, заохочення установ до переходу на більш відповідальну та стійку практику (ціль 12) [19]. Тейлман С.Е., Тоніні Д., Вандл А., Девулф Дж. акцентували увагу на тому, що застосування моделі циркулярної економіки допоможе створити систему, в якій матеріали постійно використовуються повторно, переробляються або перепрофілюються, а не викидаються як відходи [24]. Зберігаючи матеріали в обігу та витягуючи з них максимальну цінність, циркулярна економіка прагне зменшити виснаження ресурсів та вплив на навколишнє середовище, одночасно сприяючи стійкому економічному зростанню.

Запровадження циркулярної економіки разом із модернізацією виробництва принесе українському суспільству подвійну вигоду. По-перше, повторне використання вже спожитих ресурсів дозволяє отримати суттєву вигоду завдяки економії на їх придбанні та скороченні витрат на утилізацію відходів. По-друге, зменшується навантаження на навколишнє середовище та вирішуються проблеми утилізації відходів, що позитивно впливає на екосистему країни.

Дослідження, проведені Л.Х. Бельмонте-Уренья [4], Х.М. Родрігес-Антон [21] та їхніх колег, підтвердили значну кореляцію між впровадженням практик циркулярної економіки та завданнями цілей сталого розвитку. Окрім того, зміна клімату та її вплив на економічне зростання є гострою проблемою у сучасному світі. Тому дуже важливо вивчити взаємозв'язок між викидами вуглецю та економічним зростанням у регіонах України.

Метою статті є дослідження моделі циркулярної економіки в пом'якшенні наслідків зміни клімату в Україні через аналіз взаємозв'язку між обсягами викидів вуглекислого газу в різних регіонах та економічними показниками їх розвитку, зокрема валовим регіональним продуктом, обсягами реалізації продукції та щільністю населення.

Викладення основного матеріалу. У всьому світі зусилля щодо боротьби зі зміною клімату та переходом до більш стійкої економічної практики зосереджені на розумінні складного зв'язку між викидами CO₂ та циркулярною економікою. Звіти Європейської комісії підтверджують план дій Європейського Союзу щодо досягнення сталого розвитку, наголошуючи на циклічності процесу споживання та виробництва [12]. У цьому контексті ЄС приділяє головну увагу переходу від лінійної до циркулярної економіки, намагаючись досягти більшості з 17 цілей сталого розвитку.

Циркулярна економіка – це цілісний підхід до сталого розвитку, метою якого є мінімізація відходів та максимальне використання ресурсів [20]. Він містить розробку продуктів, процесів і систем з акцентом на всі стратегії, що ведуть до рециркуляції матеріалів у нові виробничі цикли або потоки, щоб можна було скористатися їх максимальною цінністю і кількістю циклів [14].

Загалом розробка циркулярної економіки спрямована на підтримку максимальної цінності та корисності матеріалів, компонентів і продуктів у будь-який час, охоплюючи як технічні, так і біологічні цикли [11]. Розвиток циркулярної економіки сприяє інноваціям, пов'язаним з промисловістю (наприклад, стійке та ефективне використання ресурсів); стійкому виробництву та споживанню (наприклад, прийняття компаніями стійких практик, враховуючи інтеграцію інформації про стійкий розвиток у їхні цикли звітності, стійке та ефективне використання природних ресурсів, мислення про життєвий цикл та скорочення утворення відходів за допомогою запобігання, скорочення, переробки та повторного використання); діям щодо боротьби зі зміною клімату (наприклад, скорочення викидів); підтримці більш

стійкого життя на суші (наприклад, стійке управління щодо використання лісів та пов'язаних з ними ресурсів) [15].

Крім того, циркулярна економіка вносить зміни у виробництво, управління та споживання продуктів та матеріалів, що створює більшу цінність паралельно з екологічними перевагами [7]. На національному рівні мета полягає у тому, щоб створити вуглецево-нейтральне суспільство і очікується, що просування циркулярної економіки вплине на вирішення проблем зміни клімату, втрати біорізноманіття та надмірного використання природних ресурсів. Зокрема, було висловлено припущення, що циркулярна економіка може зупинити і навіть частково повернути назад втрачене біорізноманіття в усьому світі за допомогою, наприклад, втручання бізнесу в лісову промисловість, господарство та будівництво [23].

У світовому масштабі економіка є циклічною лише на 7,2 %, і ситуація не стає кращою через збільшення видобутку та використання матеріалів [7]. Проте циркулярна економіка може задовольнити потреби людей за значного скорочення використання матеріалів, залишаючись у безпечних межах планети. Основні поточні напрями діяльності містять здатність компаній оцінювати свій вплив, рішення циркулярної економіки для різних секторів та системні зрушення для компаній [29]. Рішення циркулярної економіки можуть сприяти пом'якшенню наслідків зміни клімату, скороченню втрати біорізноманіття та загального надмірного споживання природних ресурсів, враховуючи, наприклад, нові бізнес-моделі для продовження життєвого циклу продукції та підтримки в обігу матеріалів протягом максимального періоду часу.

Основні базові підходи щодо просування циркулярної економіки ґрунтуються на:

1. Скороченні видобутку первинної сировини (менше використання);
2. Більш тривалому та кращому використанні існуючих матеріалів (використовувати довше);
3. Ширшому використанні вторинних матеріалів (використання повторно);
4. Заміні викопного палива та токсичних матеріалів на відновлювані джерела енергії й регенеративні матеріали (зробити чистими).

Крім того, ці підходи тісно пов'язані з дизайном продукту, його функціональним використанням та етапами завершення терміну служби [7].

Дослідження демонструють встановлений зв'язок між викидами вуглецю та валовим внутрішнім продуктом. Складний зв'язок між викидами вуглекислого газу та валовим внутрішнім продуктом займає центральне місце в економіці навколишнього середовища та дослідженнях зміни клімату. Він відображає складну динаміку між економічним розвитком та екологічними наслідками [18]. Традиційне швидке економічне зростання часто зумовлене збільшенням викидів CO₂, що пов'язано з активізацією промислової діяльності та збільшенням використання енергії.

Фархані С., Реджеб Дж.Б. встановили взаємозв'язок між ВВП, споживанням енергії та викидами CO₂, досліджуючи ці показники у 16 країнах Близького Сходу та Північної Африки (MENA) у довгостроковій перспективі [13]. Хоча Ч.Х. Чо з колегами оцінили зв'язок між ВВП, споживанням енергії та викидами парникових газів за період 1971–2000 рр. в ОЕСР, вони також довели важливу роль викопної енергії у процесі викидів парникових газів [6]. Ельфакі К.Е. з колегами у своєму дослідженні обґрунтували, що споживання енергії та фінансовий розвиток завдають шкоди довкіллю в окремих країнах через збільшення викидів CO₂ у космос, тоді як економічне зростання та індустріалізація зменшують забруднення навколишнього середовища за рахунок зменшення викидів CO₂ [10].

Нещодавні дослідження, що розглядають глобальні економічні зміни та вплив міжнародної торгівлі, ускладнили цей зв'язок, наголосивши на необхідності різноманітного аналізу з урахуванням різних економічних структур [27].

Узаїр Алі М. та інші [26] досліджували вплив економічного розвитку, споживання викопного палива та щільності населення на викиди CO₂ та визначили наявність короткострокових причинно-наслідкових зв'язків між ними. Вони обґрунтували, що викиди CO₂ негативно впливають на економічний розвиток, тоді як вплив викопного палива, прямих іноземних інвестицій та загального обсягу експорту на економічний розвиток у довгостроковій перспективі є позитивним. Окрім того, викиди CO₂ негативно впливають на щільність населення, тоді як економічний розвиток – навпаки позитивно у довгостроковій перспективі.

Вивчення взаємозв'язку CO₂ та щільності населення передбачає дослідження різних складних факторів, що впливають на викиди вуглекислого газу (викиди у густонаселених районах). У регіонах з більш високою щільністю населення підвищені потреби в енергії, транспорті, промисловій діяльності, що сприяє збільшенню викидів CO₂ [28]. Однак ці взаємозв'язки багатогранні, оскільки густонаселені регіони, територіальні громади чи населені пункти також можуть демонструвати більшу ефективність технологічних інновацій та схильність до стійких міських практик.

Дослідження вказують на те, що підвищення економічної активності та зростання споживання призвели до збільшення попиту на сировину, що спричинило стрімке зростання викидів парникових газів (ПГ) в атмосферу. Це призвело до серйозних змін клімату і ставить під загрозу навколишнє середовище та біорізноманіття.

Діяльність, пов'язана з видобутком, виробництвом і використанням матеріалів, часто суттєво сприяє викидам CO₂ через високу енергоємність процесів. Великі обсяги сировини, що видобуваються та використовуються країною, зазвичай пов'язані зі збільшенням споживання енергії та викидами парникових газів, що суттєво впливає на зміну клімату. І навпаки скорочення споживання матеріалів та підвищення ефективності використання ресурсів потенційно можуть зменшити викиди CO₂ [9]. Досягнення балансу між економічним розвитком та стійкістю ресурсів має важливе значення для вирішення взаємопов'язаних проблем зміни клімату та виснаження ресурсів, наголошуючи на важливості зв'язку між викидами CO₂ та видобутком, виробництвом і використанням сировини. Перехід до циркулярної економіки, яка віддає пріоритет переробці, повторному використанню та сталому управлінню матеріалами, є перспективною стратегією, здатною відокремити економічне зростання від деградації навколишнього середовища та зменшити викиди CO₂, пов'язані зі споживанням матеріалів.

Бхервані Х. та інші на прикладі трьох секторів, таких як будівництво, промисловість і транспорт, продемонстрували, як стратегії циркулярної економіки зменшують викиди CO₂ та споживання матеріалів [5].

Розуміння взаємозв'язку між викидами CO₂ та циркулярною економікою має важливе значення для політиків, дослідників та підприємств, які впроваджують екологічно відповідальні стратегії. Циркулярна економіка має нерозривний зв'язок зі зміною клімату, оскільки вона сприяє ефективному та повторному використанню матеріалів, тим самим знижуючи споживання енергії та викиди парникових газів, пов'язаних із видобутком ресурсів, транспортуванням та виробничими процесами. Зберігаючи ресурси, циркулярна економіка сприяє пом'якшенню наслідків зміни клімату. У моделі циркулярної економіки відходи зводяться до мінімуму за рахунок таких стратегій, як переробка, відновлення та реконструкція. За рахунок продовження терміну служби виробів та матеріалів знижується потреба у виробництві нових товарів. Це означає зниження попиту на сировину та енергоємні виробничі процеси, що призводить до скорочення викидів парникових газів. Ця відмова від викопного палива допомагає декарбонізувати енергетичні системи, що є важливим фактором пом'якшення наслідків зміни клімату. Крім того, враховуючи весь життєвий цикл продуктів та послуг, циркулярна економіка прагне оптимізувати потоки ресурсів та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Цей системний підхід допомагає побудувати більш стійку економіку та суспільство, здатне впоратися із проблемами зміни клімату [22].

Мальдонадо-Гусман Г. та Гарса-Рейес Дж.А. стверджують, що принципи циркулярної економіки, для яких пріоритетом є переробка, повторне використання та скорочення відходів, можуть значно знизити викиди CO₂ [17]. Дослідження демонструють, що впровадження ефективних методів переробки та інноваційних методів управління відходами в межах циркулярної економіки може призвести до зниження викидів вуглекислого газу порівняно з традиційними лінійними моделями виробництва та споживання [25]. Дослідження показують, що національні зусилля із вторинної переробки сприяють зниженню викидів CO₂, тоді як збільшення споживання матеріалів призводить до їх зростання. Результати узгоджуються з емпіричними дослідженнями, проведеними П.Екінс [9], в яких підкреслюється, що велика кількість матеріалів часто пов'язана зі збільшенням викидів CO₂. Негативна кореляція, що спостерігається між економічним зростанням країни та рівнем викидів вуглекислого газу, означає, що екологічно чисте міське планування, кругове використання матеріалів та свідоме споживання стали очевиднішими в країнах з вищими доходами. Ці результати узгоджуються з висновками Д.Бальсабре-Лоренте [3] щодо подальшого економічного зростання, яке може скоротити викиди CO₂ у міру того, як країни впроваджують більш екологічні технології та реалізують екологічну політику. У цьому дослідженні наголошується на вирішальній ролі методів стійкої урбанізації щодо скорочення викидів на душу населення у густонаселених районах. Вплив на навколишнє середовище виробництва, використання продукції та видобування ресурсів є першочерговим. Зауважимо, що технологічні інновації та схильність до стійких міських практик є важливими факторами негативної кореляції між густотою населення та викидами на душу населення. Впровадження практики циркулярної економіки значною мірою сприяє зниженню викидів CO₂ за рахунок розумного використання матеріалів та скорочення відходів. Ці результати узгоджуються з дослідженнями, що підкреслюють вплив циркулярної економіки на значне скорочення викидів вуглекислого газу.

У цьому дослідженні вивчаються короткострокові та довгострокові взаємозв'язки між викидами CO₂, валовим регіональним продуктом, щільністю населення, обсягами реалізованої продукції в різних регіонах України у 2015 та 2021–2022 рр.

Дослідження проводилось як у масштабі всієї України, так і на рівні окремих регіонів у період 2010–2021 рр. З метою більш точного дослідження використовується статистична інформація, отримана на підставі адміністративних даних Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України та Державної служби статистики України [1]. Інформація, отримана за результатами державних статистичних спостережень за 2010–2021 рр., наведена без урахування даних тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, міста Севастополя, за 2014–2021 рр. – без урахування даних частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, а також за 2022 р. – без

урахування даних тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії. Статистичні дані, що стосуються Київської області, наводяться з урахуванням даних міста Києва, незважаючи на те, що воно адміністративно не входить до складу Київської області, тому під час здійснення порівняльного аналізу інших регіонів України, брали до уваги те, що дані обласних центрів враховуються одразу в регіональний показник і було прийнято рішення не відокремлювати місто Київ від Київської області в дослідженні.

Під час дослідження обсягів викидів парникових газів в Україні вони розглядаються як гази, що затримують інфрачервоне випромінювання земної поверхні, спричиняючи глобальне потепління. Водночас до основних парникових газів належать: діоксид вуглецю (CO_2), метан (CH_4), оксид азоту (N_2O), гідрофторвуглеці (ГФВ), перфторвуглеці (ПФВ) та гексафторид сірки (SF_6). Окрім того, під час дослідження викидів CO_2 по Україні враховувалися викиди з пересувних та стаціонарних джерел забруднення. До пересувних джерел належать транспортні засоби, рух яких супроводжується викидом в атмосферне повітря забруднюючих речовин, а до стаціонарних джерел – нерухомі об'єкти, що зберігають свої просторові координати протягом певного часу та здійснюють викиди забруднюючих речовин.

В розрізі окремих регіонів України валовий регіональний продукт, обсяги реалізованої продукції та щільність населення порівнювалися з показником викидів CO_2 від стаціонарних джерел забруднення, оскільки мова йде про впровадження моделі циркулярної економіки, яка разом із модернізацією виробництва може надати українському суспільству подвійну вигоду.

На регіональному рівні узагальнюючим показником, що характеризує рівень розвитку економіки регіону, є валовий регіональний продукт (ВРП). Для порівняння використовувався валовий регіональний продукт в розрахунку на одну особу, що дало можливість виокремити найбільш продуктивні регіони України і порівняти з обсягами викидів CO_2 .

Враховуючи це, модель циркулярної економіки передбачає мінімізацію виробництва і споживання ресурсів, оскільки діяльність, пов'язана з видобутком, виробництвом та використанням матеріалів, часто суттєво впливає на збільшення викидів CO_2 . На рівні регіонів України порівняння викидів CO_2 здійснювалося за показником обсягу реалізованої продукції, який відображає вартість відвантаженої та оплаченої покупцями продукції.

У 2015 р. Україна вперше затвердила Національно-визначений внесок (НВВ) для виконання зобов'язань щодо зменшення викидів парникових газів. Документ передбачав скорочення викидів CO_2 до 60 % порівняно з рівнем 1990 р.

Пізніше Україна ратифікувала Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату, Кіотський протокол та Паризьку угоду. Парламент ухвалив низку відповідних законодавчих актів, а Уряд – низку підзаконних актів, серед яких є ті, що стосуються періоду до 2030 р.:

1. Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату;
2. Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату.

30 липня 2021 р. Уряд затвердив Оновлений національний визначений внесок України до Паризької угоди (НВВ2). У документі закладена мета: скоротити до 2030 р. викиди парникових газів до рівня 35 % порівняно з показниками 1990 р.

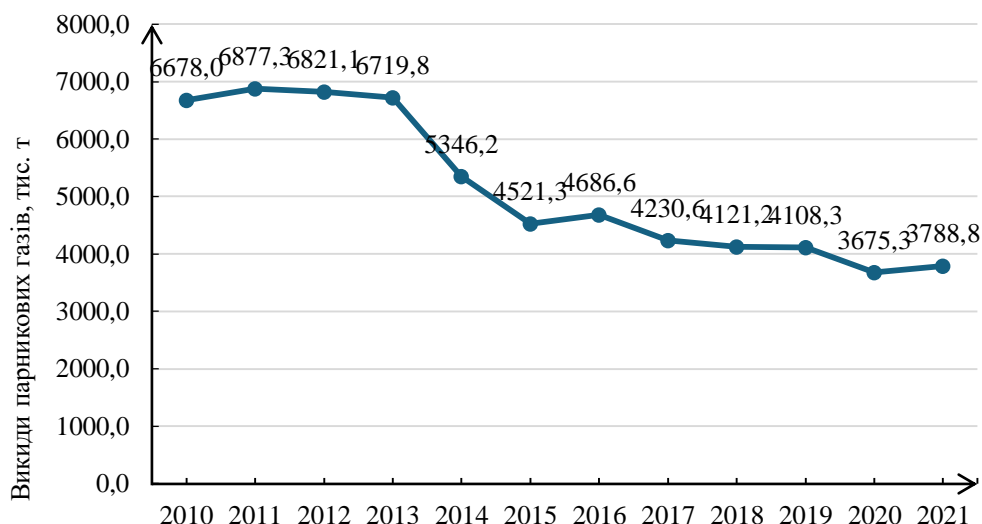
Також Кабінет Міністрів України розробив послідовність дій щодо впровадження національної системи торгівлі квотами на викиди парникових газів. Це надзвичайно важливий крок на шляху до виконання євроінтеграційних зобов'язань. Щоправда, в листопаді 2023 р. Європейська комісія наголосила, що прогрес у цьому напрямі поки що недостатній для високої оцінки зусиль України.

У Всесвітній метеорологічній організації (WMO) до основних парникових газів, концентрація яких зростає, належать вуглекислий газ, метан, оксид азоту, гідрохлорфторвуглеці, гідрофторвуглеці та озон у нижніх шарах атмосфери [31].

Державна служба статистики України зараховує до переліку парникових газів двоокис вуглецю, метан, оксид азоту, гідрофторовуглеці, перфторвуглеці та гексафторид сірки [1].

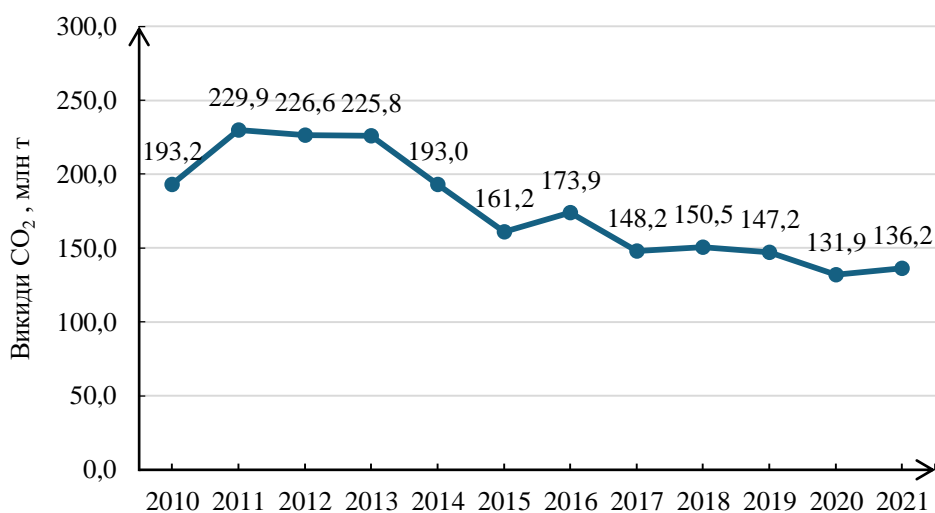
Дослідження обсягів викидів парникових газів в Україні у 2010–2021 рр. з'ясувало, що у 2021 р. викиди парникових газів досягли позначки 3788,8 тис. т. Цей показник порівняно з 2020 р. зменшився лише до 113,5 тис. т (на 3 %), проте порівняно з 2015 р. він знизився на 19 %, а порівняно з 2010 р. – у 1,8 разів (рис. 1).

При цьому обсяги викидів діоксиду вуглецю (CO_2) в атмосферне повітря України у 2021 р. становили 136,2 млн т, що на 4,3 млн т (3 %) більше порівняно з 2020 р., проте на 25 млн т (18 %) менше порівняно з 2015 р. та на 30 % менше від обсягу 2010 р. (рис. 2).



Джерело: сформовано на основі [1]

Рис. 1. Динаміка викидів парникових газів в Україні у 2010–2021 рр., тис. т



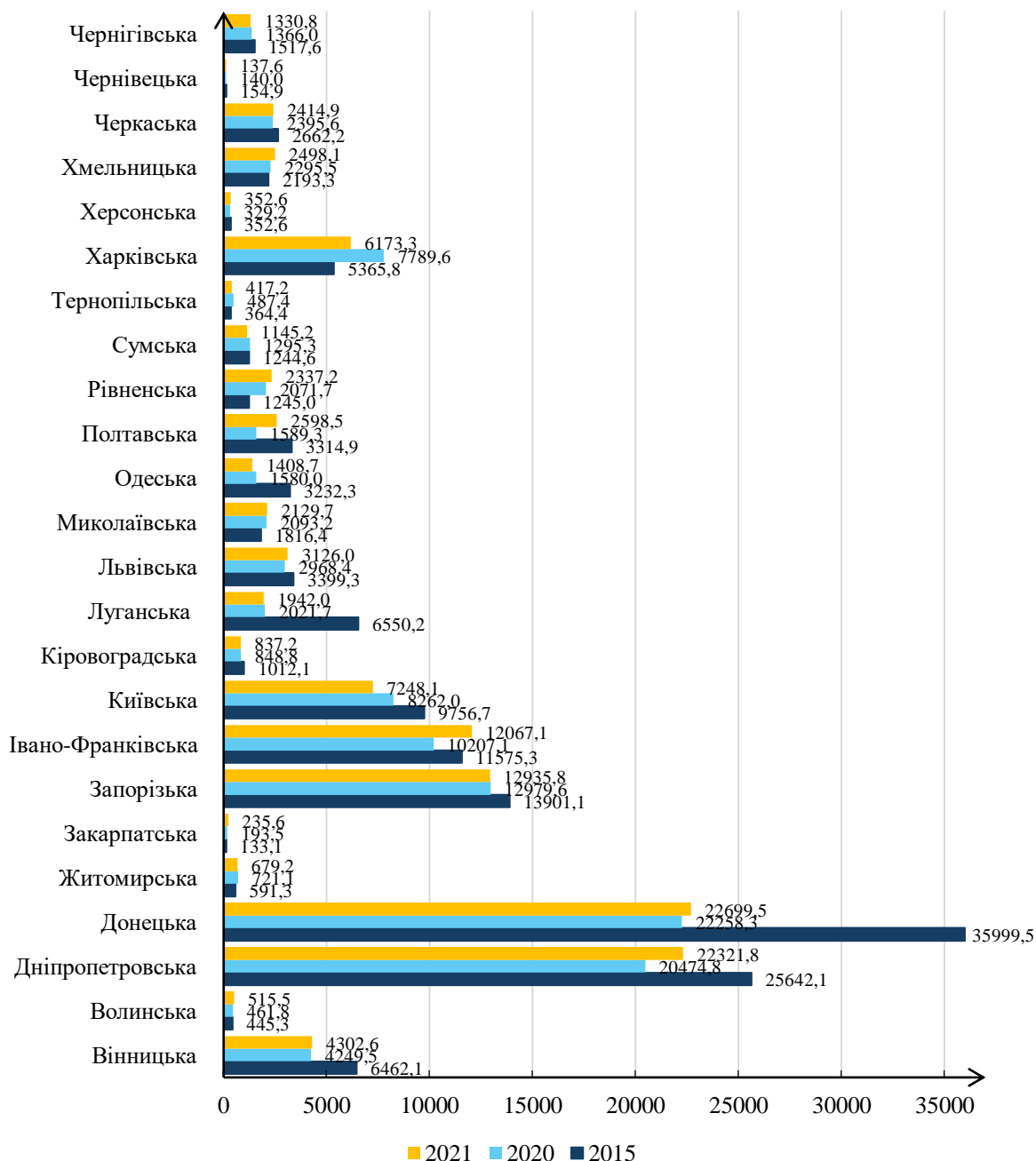
Джерело: сформовано на основі [1]

Рис. 2. Динаміка викидів CO₂ в Україні у 2010–2021 рр., млн т

Протягом 2010–2021 рр. динаміка викидів CO₂ в атмосферу України була безпосередньо пов'язана з різними економічними та соціальними подіями, що відбувалися в країні та світі у різні періоди. З 1990 до початку 2000-х рр. спостерігалось суттєве зменшення викидів парникових газів, зокрема CO₂. Це було зумовлено скороченням промислового виробництва та сільського господарства внаслідок розпаду СРСР, а також зменшенням споживання пального в енергетичному секторі. Відбулася реструктуризація економіки, в якій сфера послуг почала демонструвати зростання. У період з 2000 до 2008 рр. спостерігалися стабілізація та зростання викидів парникових газів, зокрема CO₂. Це пов'язано з нарощуванням виробництва мінеральної та металургійної продукції, а також загальним економічним зростанням. Споживання твердого викопного пального в енергетиці зросло. Проте промисловість почала впроваджувати ряд заходів з модернізації та підвищення енергоефективності, що були спрямовані на зменшення споживання природного газу. У 2009 р. викиди CO₂ зменшилися на 12 % порівняно з 2008 р., що було зумовлено наслідками світової економічної кризи 2008 р. Зокрема, відбулося значне скорочення виробництва цементу, аміаку та металу. У період з 2010 до 2013 рр. спостерігалось зростання викидів вуглекислого газу, що відображало загальне відновлення економіки після наслідків світової кризи 2008 р. У цей час також збільшилося споживання твердого викопного палива в енергетичному секторі через газовий конфлікт з російською федерацією. У 2014–2015 рр. різке зниження викидів стало наслідком економічного спаду, зумовленого окупацією Автономної Республіки Крим та міста Севастополя, а також початком бойових дій у Донецькій та Луганській областях. У 2016 р. викиди CO₂ зросли на 6 % порівняно з попереднім роком. Протягом 2017–2019 рр. викиди CO₂ коливалися в межах 147,2–150,5 млн т. Цей період

відзначається початком активної реалізації політики енергоефективності, зокрема впровадженням програми «Теплі кредити», а також поступовою зміною тарифів на електроенергію, гарячу воду та тепло до ринкових рівнів. У 2020 р. викиди зменшилися на 12 % порівняно з 2019 р., що було зумовлено пандемією COVID-19 та заходами, вжитими для боротьби з вірусом. У 2021 р. відновлення економіки країни призвело до зростання викидів CO₂ на 3,2 % порівняно з 2020 р.

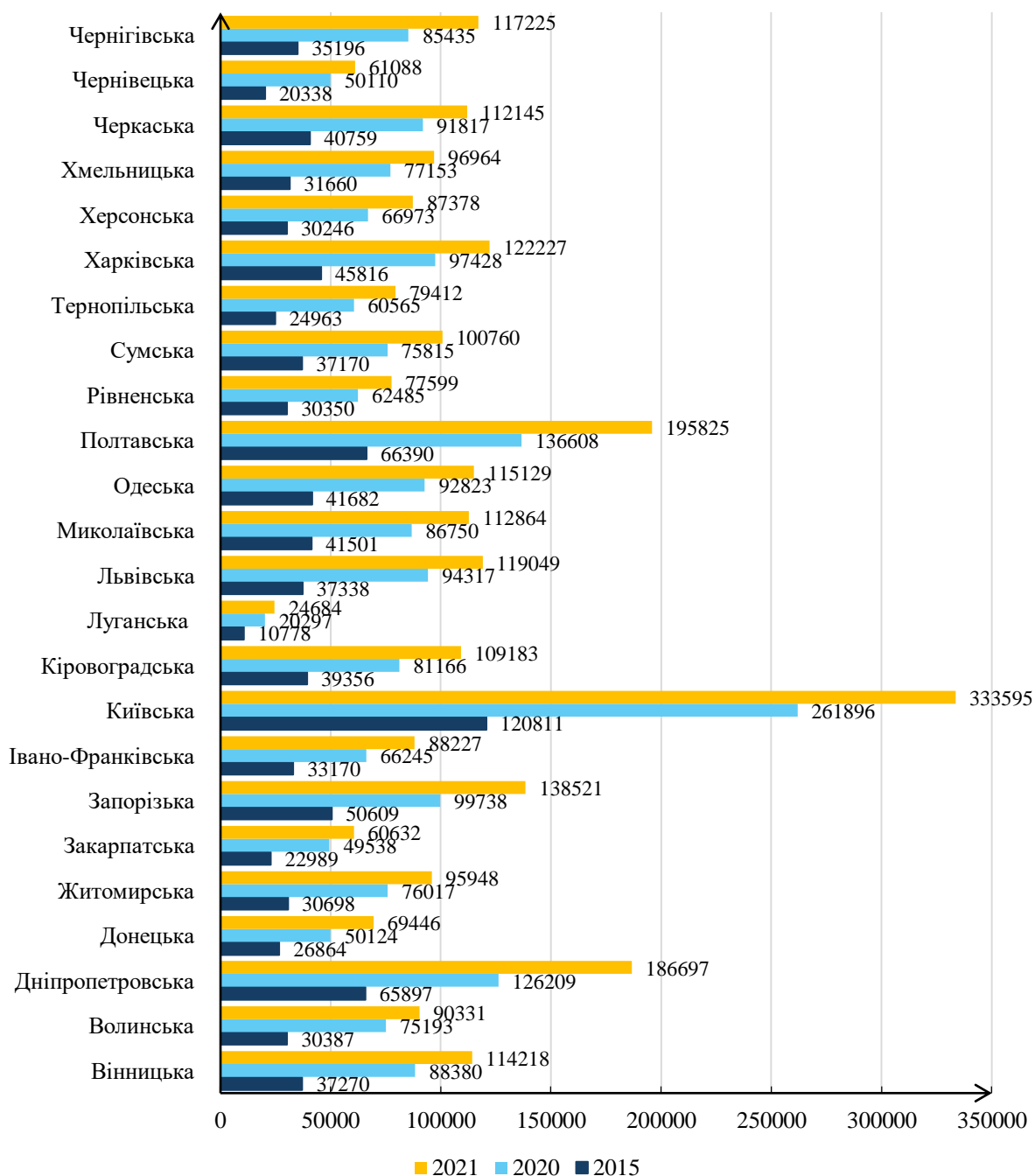
Дослідження показало, що найбільші обсяги викидів вуглекислого газу в атмосферне повітря України здійснюється від стаціонарних джерел забруднення і спостерігаються у Донецькій, Дніпропетровській, Запорізькій, Івано-Франківській та Київській областях у 2015 та 2021 рр. Найменші обсяги викидів CO₂ в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення за досліджуваний період спостерігаються у Чернівецькій, Закарпатській, Херсонській, Тернопільській та Волинській областях (рис. 3).



Джерело: сформовано на основі [2]

Рис. 3. Обсяги викидів CO₂ в атмосферне повітря України від стаціонарних джерел забруднення за регіонами у 2015, 2020–2021 рр., тис. т

Враховуючи те, що узагальнюючим показником, який характеризує рівень розвитку економіки регіону, є валовий регіональний продукт, проведемо аналіз рівня валового регіонального продукту з розрахунку на одну особу, що дасть можливість вирізнити найбільш продуктивні регіони України (рис. 4).



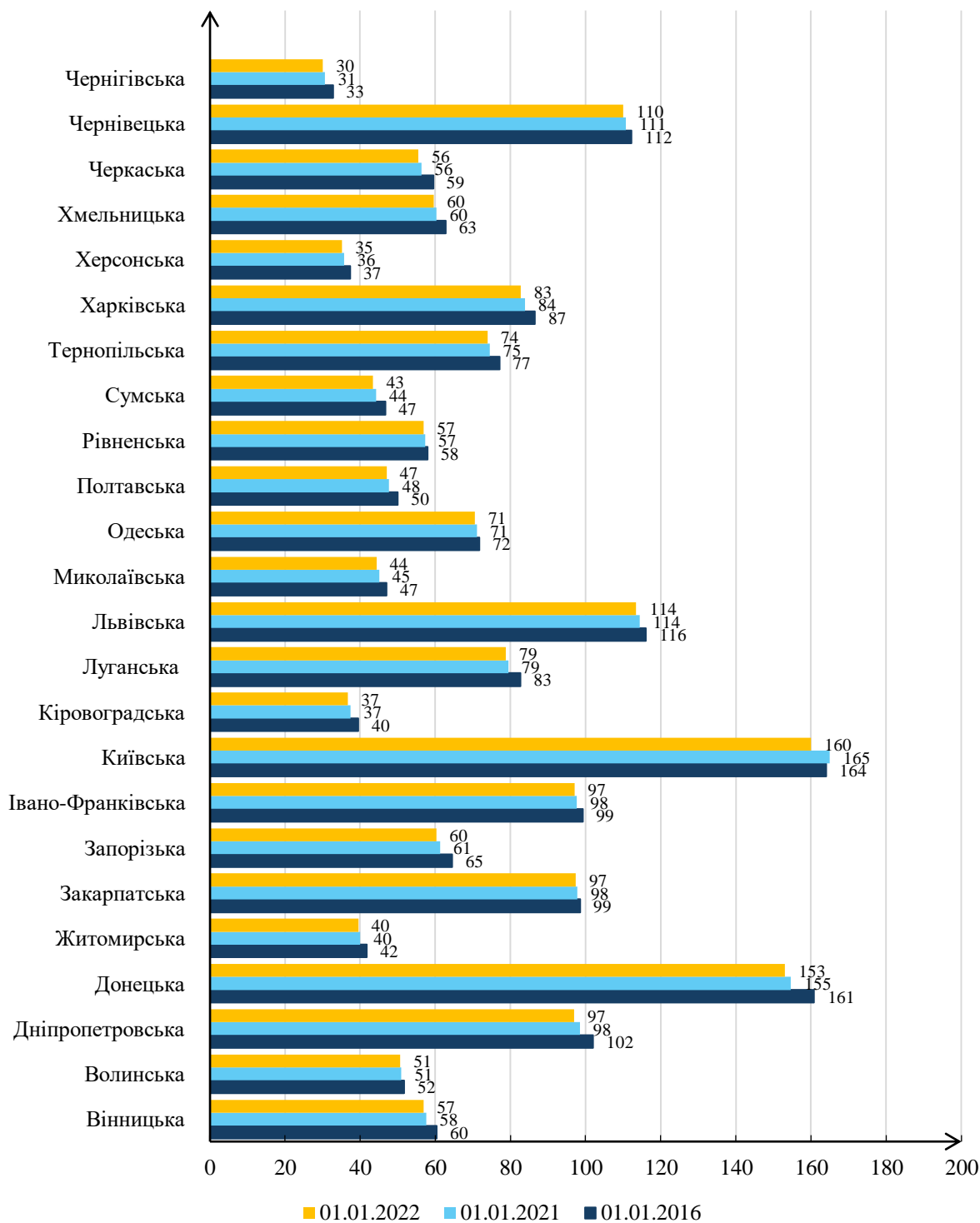
Джерело: сформовано на основі [1]

Рис. 4. Валовий регіональний продукт на одну особу за регіонами України у 2015, 2020–2021 рр., грн

На рисунку 4 видно, що беззаперечними лідерами за показником ВРП на одну особу в 2021 р. є Київська – 333,6 тис. грн; Полтавська – 195,8 тис. грн; Дніпропетровська – 186,7 тис. грн; Запорізька – 138,5 тис. грн та Харківська області – 122,7 тис. грн. Варто зазначити, що такий високий показник Київська область демонструє за рахунок економічного розвитку міста Києва. Якщо ж порівняти ступінь економічного розвитку регіонів за цим показником із 2015 р., то ситуація залишиться незмінною, лідирують: Київська – 120,8 тис. грн; Полтавська – 66,4 тис. грн; Дніпропетровська – 65,9 тис. грн; Запорізька – 50,6 тис. грн та Харківська області – 45,8 тис. грн відповідно, проте помітне збільшення показників у 2021 р. Зокрема, дослідження продемонструвало, що суттєве зростання показника ВРП на

одну особу в 2021 р. у всіх регіонах України порівняно з 2020 р. (рис. 4) не відобразилося на зростанні обсягів викидів CO₂ (рис. 3). Такий прямий взаємозв'язок цих двох показників прослідковується лише в Дніпропетровській, Івано-Франківській, Донецькій, Полтавській та Львівській областях. В інших регіонах України за умови суттєвого зростання ВРП на одну особу в 2021 р. порівняно з 2020 р. обсяги викидів CO₂ або не змінились, або навіть зменшились, як-от у Харківській, Сумській, Одеській та Київських областях.

Розглянемо взаємозв'язок обсягів викидів CO₂ та щільності населення за регіонами України. До регіонів з найбільшою щільністю населення за досліджуваний період належать Київська, Донецька, Львівська та Чернівецька області (рис. 5).



Джерело: сформовано на основі [1]

Рис. 5. Щільність населення у 2015, 2020–2021 рр., осіб/км²

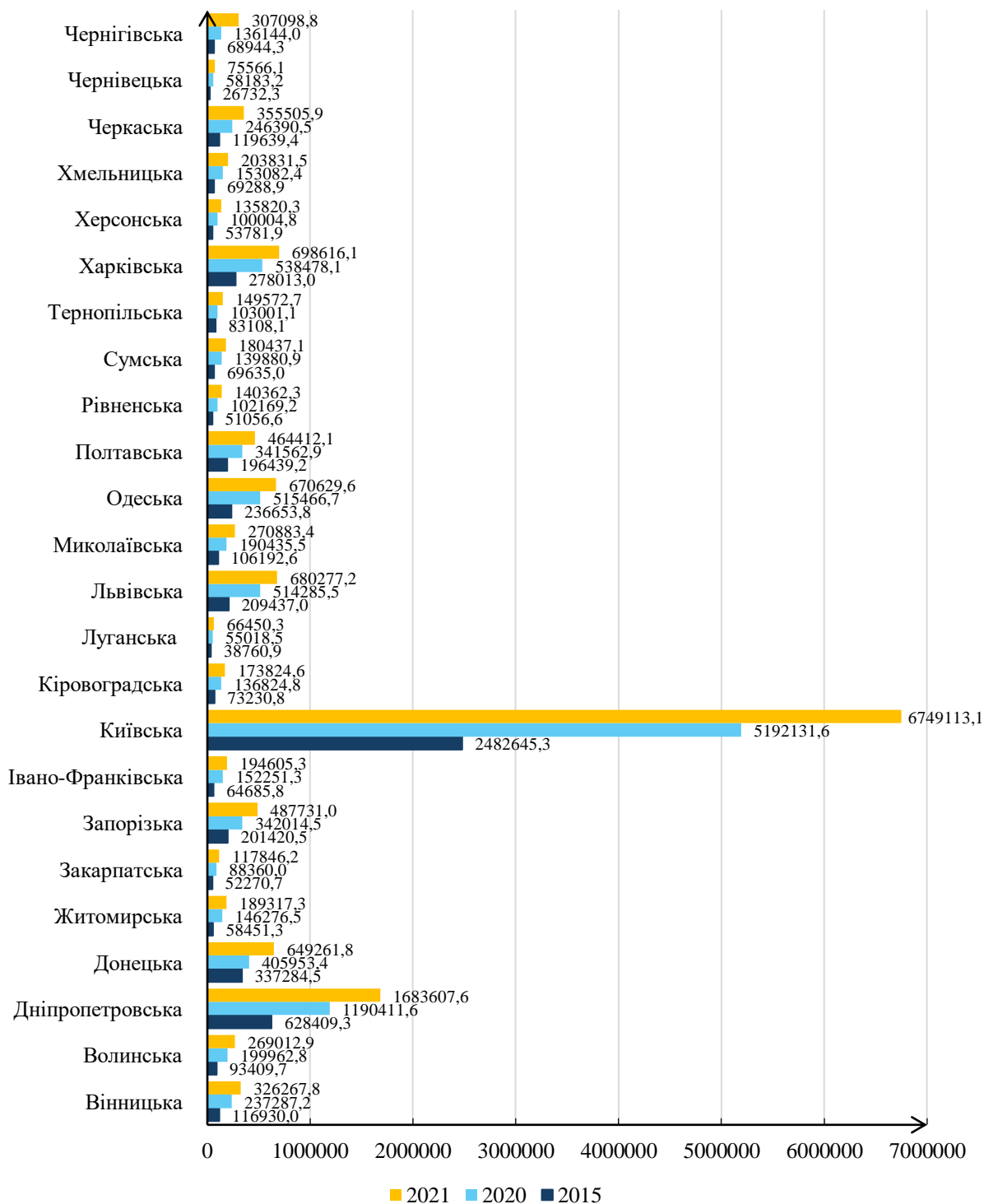
І якщо в регіонах з високою щільністю населення, таких як Київська, Донецька та Дніпропетровська області, підвищені потреби в енергії, а тому промислова діяльність та потреби у транспорті можуть сприяти збільшенню викидів CO₂ (рис. 3), то Чернівецька область, яка посідає 4 місце за щільністю населення, вже тривалий час залишається регіоном з найменшими обсягами викидів вуглекислого газу. Така ж ситуація прослідковується і у Закарпатській області. Це пояснюється тим, що висока щільність населення часто призводить до більш компактного міського середовища, окрім того за таких умов існує більший потенціал для ефективного землекористування, зменшення розростання територій та скорочення відстаней поїздок на роботу. Ще одним поясненням є те, що ці регіони більш схильні інвестувати та підтримувати надійні системи громадського транспорту. Крім того, висока щільність населення може сприяти економії на розвитку інфраструктури завдяки ефекту масштабування, зокрема у сфері енергоефективних будівель, централізованого опалення та систем утилізації відходів. Ще одним цікавим фактом є те, що області з найменшим показником щільності населення, такі як Чернігівська та Херсонська, демонструють найнижчі показники обсягів викидів CO₂.

Як зазначалось вище, діяльність, яка стосується видобутку, виробництва та використання матеріалів, часто спричиняє викиди вуглекислого газу в результаті енергоємної діяльності. На рівні регіонів України проаналізуємо показник обсягів реалізованої продукції, що відображає її вартість з урахуванням відвантаження та оплати покупцями, щоб визначити його взаємозв'язок із викидами CO₂. Зазначимо, що обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) визначається за ціною продажу відвантаженої готової продукції (товарів, послуг), вказаної у документах, оформлених як підстава для розрахунків з покупцями (замовниками), з урахуванням продукції (товарів, послуг) за бартерними контрактами за вирахуванням податку на додану вартість та акцизного податку [1]. Дослідження продемонструвало, що за показниками обсягів реалізованої продукції лідером є Київська область. Проте варто зазначити, що у 2021 р. із загального обсягу реалізованої продукції 86,2 % припадало на місто Київ, і лише 13,8 % – на саму область (рис. 6).

Зокрема, до областей з найвищим показником обсягів реалізованої продукції належать, Дніпропетровська, Харківська, Львівська та Одеська області. І це не є дивним, адже, як було зазначено раніше, ці області характеризуються найбільшою щільністю населення.

Результати підкреслюють, що високі показники економічного розвитку регіонів у короткостроковому періоді часто пов'язані зі збільшенням викидів CO₂. Негативна кореляція, яка спостерігається між економічним зростанням регіону та викидами вуглекислого газу, означає, що екологічно чисте міське планування, циркулярне використання матеріалів і сумлінне споживання стають більш очевидними в регіонах з високим показником валового регіонального продукту на одиницю населення. Ці результати узгоджуються з висновками Д.Бальсабре-Лоренте [3] щодо подальшого економічного зростання, яке може зменшити викиди CO₂, оскільки регіони впроваджують екологічні технології та екологічну політику. Це дослідження акцентує на вирішальній ролі сталої урбанізації у скороченні викидів на душу населення в густонаселених районах. Вплив придбання ресурсів, виробництва та використання продукції на навколишнє середовище вважається першочерговим. Застосування практики циклічної економіки суттєво сприяє зменшенню викидів вуглецю завдяки розумному використанню матеріалів і скороченню відходів. Принципи циркулярної економіки можуть істотно зменшити викиди CO₂.

Зв'язок між економічним розвитком регіону та викидами вуглекислого газу свідчить про те, що з досягненням вищих рівнів економічного зростання, існує ризик того, що очікувані переваги екологічно чистих методів можуть створити ефект самозаспокоєння, що потенційно призведе до пом'якшення суворих екологічних норм. Негативний ефект може виникнути, якщо переваги економічного зростання завдяки вищим рівням доходу змусять людей нехтувати екологічними пріоритетами, на яких наголошувалося спочатку. Регіон, який досягає високих темпів економічного розвитку, також може віддавати перевагу галузям із вищим викидом CO₂ через уявні економічні вигоди, що призведе до збільшення викидів, незважаючи на початкові зусилля щодо впровадження екологічних практик. Однак у нашому дослідженні високі темпи зростання показника ВРП на одну особу не відобразилися на зростанні обсягів викидів CO₂ у майже у всіх регіонах. Регіони з вищими показниками економічного розвитку часто стимулюють технологічні інновації, що ведуть до проривів в енергетичних технологіях, транспорті та промислових процесах, які сприяють скороченню викидів вуглекислого газу.



Джерело: сформовано на основі [1]

Рис. 6. Обсяги реалізованої продукції за регіонами України у 2015, 2021–2022 рр., млн грн

Висновки та перспективи подальших досліджень. За сучасних технологічних, економічних та екологічних перетворень зв'язок між кліматичною політикою, стійким розвитком та циркулярною економікою набуває першочергового значення.

У статті досліджується короткостроковий та довгостроковий зв'язок між викидами CO₂, ВРП на душу населення, його щільністю та обсягами реалізованої продукції. Дослідження зосереджено на викидах вуглекислого газу від стаціонарних джерел забруднення. Емпіричні результати свідчать про те, що майже у всіх регіонах України, які демонструють високі темпи зростання показника ВРП на одну особу, не спостерігається таке ж зростання обсягів викидів CO₂. Такий прямий взаємозв'язок цих двох показників

прослідковується лише у Дніпропетровській, Івано-Франківській, Донецькій, Полтавській та Львівській областях, в інших регіонах України зростання ВРП на одну особу подекуди призводить до зменшення обсягів викидів CO₂. Це узгоджується з пріоритетами циркулярної економіки, що полягають у мінімізації видобутку ресурсів шляхом заохочення повторного використання, переробки та повторного виробництва. Подовжуючи життєвий цикл продуктів і матеріалів, можна зменшити потребу у видобутку сировини, пов'язану з вищими рівнями викидів вуглекислого газу. Практика циклічної економіки, зокрема переробка, зазвичай потребують менше енергії ніж видобуток і переробка первинних матеріалів, що сприяє енергозбереженню та зменшенню викидів CO₂. Використання перероблених матеріалів у виробництві призводить до менших викидів порівняно з товарами із сировини. Однак ефективність такої практики залежить від політики підтримки, враховуючи податкові пільги, програми розширеної відповідальності виробника та правила, що сприяють сталому виробництву та споживанню. Окрім того, негативний зв'язок між ВРП та викидами CO₂ може свідчити про зменшення викидів, залежно від рівня економічного розвитку регіону. Економічне зростання також пов'язане зі змінами в моделях споживання, зокрема в економіці, орієнтованій на послуги, яка має нижчу інтенсивність вуглецю порівняно з промисловим та важким виробництвом. Економічно розвинені регіони часто стимулюють технологічні інновації, що призводять до прориву в енергетичних технологіях, транспорті та промислових процесах, які сприяють зменшенню викидів вуглецю.

Органам державної влади необхідно реалізувати стратегії скорочення викидів, орієнтовані на інвестиції у більш екологічні технології, тим самим сприяючи підвищенню енергоефективності та забезпеченню дотримання галузевих стандартів викидів. Політики можуть також заохочувати дослідження та розробки «зелених» технологій для вирішення проблем, пов'язаних із викидами у період економічного зростання. Зміцнення та забезпечення дотримання природоохоронного законодавства набувають вирішального значення на етапах швидкого економічного зростання. Нормативні акти повинні бути направлені на галузі з високим рівнем викидів CO₂ та сприяти впровадженню кращих практик щодо скорочення використання видобувної сировини. Впровадження механізмів ціноутворення на викиди вуглецю, таких як податки на його викиди або системи обмеження та торгівлі квотами на викиди, може стимулювати підприємства до скорочення свого впливу та допомогти інтерналізувати екологічні витрати викидів CO₂.

Висновок про те, що регіони з вищою щільністю населення демонструють низькі рівні викидів CO₂, пояснюється тим, що вища щільність населення часто призводить до більш компактного міського середовища. За таких умов існує більший потенціал для ефективного землекористування, зменшення розповсюдження та скорочення відстаней для поїздок. Компактне міське планування сприяє розвитку громадського транспорту, пішохідного руху та велосипедного транспорту, що значно знижує загальні викиди вуглецю, пов'язані з транспортом. Регіони з більшою щільністю населення більш схильні інвестувати в надійні системи громадського транспорту та підтримувати їх. Добре розвинені мережі громадського транспорту можуть зменшити залежність від індивідуальних подорожей автомобілями, що призведе до зниження викидів на душу населення. Крім того, вища щільність населення може сприяти економії на розвитку інфраструктури завдяки ефекту масштабування, зокрема у сфері енергоефективних будівель, централізованого опалення та систем утилізації відходів. Ця ефективність може сприяти зниженню споживання енергії та викидів на душу населення.

Хоч ця стаття містить цінну інформацію, важливо визнати її обмеження та визначити можливості для подальших досліджень. Це дослідження зосереджено на економічних показниках, щільності населення, обсягах реалізованої продукції як незалежних змінних даних викидів вуглецю. Однак такі фактори, як політичні межі, технологічний прогрес або культурні аспекти, можуть вплинути на зв'язок між практиками циклічної економіки та викидами CO₂. Аналіз цих додаткових факторів може сприяти глибшому вивченню динаміки викидів вуглецю у різних регіонах. Майбутні дослідження можуть зосередитися на класифікації регіонів за основними видами економічної діяльності та аналізу обсягів викидів CO₂ у межах визначених кластерів відповідно до цих видів діяльності.

References :

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, [Online], available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2023), *Dovkillia Ukrainy 2022*, 142 p., [Online], available at: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/10/zb_dov_22.pdf
3. Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., Ponz-Tienda, J.L., & Cantos-Cantos, J.M. (2017), «Energy innovation in the environmental Kuznets curve (EKC): a theoretical approach», *Carbon footprint and the industrial life cycle: From urban planning to recycling*, pp. 243–268.
4. Belmonte-Ureña, L.J., Plaza-Úbeda, J.A., Vazquez-Brust, D. & Yakovleva, N. (2021), «Circular economy, degrowth and green growth as pathways for research on sustainable development goals: A global analysis and future agenda», *Ecological Economics*, Vol. 185 , doi: 10.1016/j.ecolecon.2021.107050.

5. Bherwani, H., Nair, M., Niwalkar, A., Balachandran, D., & Kumar, R. (2022), «Application of circular economy framework for reducing the impacts of climate change: A case study from India on the evaluation of carbon and materials footprint nexus», *Energy Nexus*, Vol. 5, doi: 10.1016/j.nexus.2022.100047.
6. Cho, C.H., Chu, Y.P. & Yang, H.Y. (2014), «An environment Kuznets curve for GHG emissions: A panel cointegration analysis», *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, No. 9, pp. 120–129.
7. *Circle Economy* (2023), «The Circularity Gap Report 2023», [Online], available at: https://assets-global.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/63ecb3ad94e12d3e5599cf54_CGR%202023%20-%20Report.pdf
8. Degirmenci, B. (2022), «Waste Management in Manufacturing Enterprises: Analysis of Studies in the Literature», *Journal of Bucak Business Administration Faculty*, No. 5, pp. 176–195.
9. Ekins, P., Hughes, N., Brigenzu, S., Arden Clark, C., Fischer-Kowalski, M., Graedel, T. & Westhok, H. (2016), «Resource Efficiency: Potential and Economic Implications», *United Nations Environment Program (UNEP)*, [Online], available at: <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13813/>
10. Elfaki, K.E., Khan, Z., Kirikkaleli, D. & Khan, N. (2022), «On the nexus between industrialization and carbon emissions: evidence from ASEAN+ 3 economies», *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 29, pp. 31476–31485, doi: 10.1007/s11356-022-18560-0.
11. Ellen McArthur Foundation (2015), «Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition», [Online], available at: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>
12. *European Commission* (2016), «Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Next Steps for a Sustainable European Future European Action for Sustainability», [Online], available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0739&from=ES>
13. Farhani, S. & Rejeb, J.B. (2012), «Energy consumption, economic growth and CO2 emissions: Evidence from panel data for MENA region», *International Journal of Energy Economics and Policy*, No. 2, pp. 71–81.
14. Foundation, E.M. (2021), *Universal Circular Economy Policy Goals*, Ellen MacArthur Foundation Cowes, UK, 66 p.
15. Husgafvel, R. (2024), «Company Perspectives on Circular Economy Management, Assessment and Reporting in the Kymenlaakso Region in Finland», *Sustainability*, Vol. 16 (1), No. 20, doi: 10.3390/su16010020.
16. Koska, A. & Erdem, M.B. (2023), «Performance Analysis of Manufacturing Waste Using SWARA and VIKOR Methods: Evaluation of Turkey within the Scope of the Circular Economy», *Sustainability*, No. 15, doi: 10.3390/su151612110.
17. Maldonado-Guzmán, G. & Garza-Reyes, J.A. (2023), «Beyond lean manufacturing and sustainable performance: are the circular economy practices worth pursuing?», *Management of Environmental Quality: An International Journal*, No. 34 (5), pp. 1332–1351.
18. Nguyen, H.T., Van Nguyen, S., Dau, V.H., Le, A.T.H., Nguyen, K.V., Nguyen, D.P., Bui, X.T. & Bui, H.M. (2022), «The nexus between greenhouse gases, economic growth, energy and trade openness in Vietnam», *Environmental Technology & Innovation*, No. 28, doi: 10.1016/j.eti.2022.102912.
19. Pasqualotto, C., Callegaro-De-Menezes, D. & Schutte, C.S.L. (2023), «An Overview and Categorization of the Drivers and Barriers to the Adoption of the Circular Economy: A Systematic Literature Review», *Sustainability*, No. 15 (13), doi: 10.3390/su151310532.
20. Ramos, A. (2024), «Afterword for the Special Issue «Circular Economy Strategies for Sustainable Development: Applications and Impacts»», *Sustainability*, No. 16, doi: 10.3390/su16010311.
21. Rodríguez-Antón, J.M., Rubio-Andrada, L., Celemín-Pedroche, M.S. & Ruíz-Peñalver, S.M. (2022), «From the circular economy to the sustainable development goals in the European Union: An empirical comparison», *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, No. 22, pp. 67–95.
22. Sardianou, E., Nikou, V. & Kostakis, I. (2024), «Harmonizing Sustainability Goals: Empirical Insights into Climate Change Mitigation and Circular Economy Strategies in Selected European Countries with SDG13 Framework», *Sustainability*, No. 16, doi: 10.3390/su16010296.
23. *Sitra* (2022), «Tackling Root Causes», [Online], available at: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2022/05/sitra-tackling-root-causes-2.pdf>
24. Taelman, S.E., Tonini, D., Wandl, A. & Dewulf, J. (2018), «A holistic sustainability framework for waste management in European cities: Concept development», *Sustainability*, No. 10 (7), doi: 10.3390/su10072184.
25. Triguero, Á., Cuerva, M.C. & Sáez-Martínez, F.J. (2022), «Closing the loop through eco-innovation by European firms: Circular economy for sustainable development», *Business Strategy and the Environment*, No. 31 (5), pp. 2337–2350.
26. Uzair Ali, M., Gong, Z., Ali, M.U., Asmi, F. & Muhammad, R. (2022), «CO2 emission, economic development, fossil fuel consumption and population density in India, Pakistan and Bangladesh: a panel investigation», *International Journal of Finance & Economics*, No. 27 (1), pp. 18–31.
27. Wang, Q. & Zhang, F. (2021), «The effects of trade openness on decoupling carbon emissions from economic growth—evidence from 182 countries», *Journal of cleaner production*, No. 279, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123838.
28. Wang, S., Liu, X., Zhou, C., Hu, J. & Ou, J. (2017), «Examining the impacts of socioeconomic factors, urban form, and transportation networks on CO2 emissions in China’s megacities», *Applied energy*, No. 185, pp. 189–200.
29. World Circular Economy Forum, [Online], available at: <https://wcef2023.com/>

30. World Health Organizations (2021), «Climate Change and Health», [Online], available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
31. World Meteorological Organization, [Online], available at: <https://wmo.int/>

Kobylynska T., Hrynychak N., Motuzka O.

The Circular Economy Model in Mitigating the Effects of Climate Change in Ukraine

Abstract. Climate change and its impact on economic and social well-being is an important current issue that is being studied everywhere in the modern world. Acceleration of economic growth due to mass production, increasing the level of welfare of society and increasing the population, led to an increase in production volumes, which in turn caused a further rapid increase in waste generation and carbon dioxide emissions. Today, manufacturers around the world are faced with the need to apply such business practices that would be focused on protecting the environment by reducing environmentally harmful waste on a global scale, and consumers - understanding the importance of economical and repeated consumption, preserving biodiversity and protecting the environment on the path to sustainable development. The study substantiates that it is the circular economy that will combine two key tasks - ensuring economic development and mitigating the effects of climate change. Thanks to this economic model, which reduces environmental pollution, reduces greenhouse gas emissions, minimizes the use of resources for economic growth, due to the fact that they are constantly reused, recycled or repurposed, and not thrown away as waste, it is possible to leave a more livable world for future generations. The study found a significant correlation between the implementation of circular economy practices and the objectives of the Sustainable Development Goals, in particular in terms of minimizing CO₂ emissions. A complex relationship between CO₂ emissions and gross domestic product, which occupies a central place in environmental economics and climate change research, was established. At the level of individual regions of Ukraine, the feasibility of studying the relationship between carbon dioxide emissions and indicators such as gross regional product, sales volumes and population density was substantiated. It was found that almost all regions of Ukraine that demonstrate high growth rates of GRP per capita are observed in the same growth in CO₂ emissions. This is consistent with the priorities of the circular economy, which is to minimize resource extraction by encouraging reuse, recycling and remanufacturing. Regions with higher population densities have been found to have lower levels of CO₂ emissions, which is explained by the fact that higher population densities often lead to more compact urban environments. Higher population densities can facilitate economies of scale in infrastructure development, such as energy-efficient buildings, district heating and waste management systems.

Keywords: climate change; circular economy; greenhouse gas emissions; CO₂ emissions; gross regional product; turnover of business entities; population density.

Стаття надійшла до редакції 24.01.2025.