

УДК 631.43

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.39>

МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ КОНВЕРТАЦІЇ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ НА ФОРМУВАННЯ ОБСЯГІВ ЕМІСІЇ CO₂ В УКРАЇНІ

Трофименко П.І. – к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри екологічного моніторингу, геоінформаційних та аерокосмічних технологій,

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

Ляшенко В.В. – директор,

БУ «Національний центр обліку викидів парникових газів»

Тимошук О.А. – к.с.-г.н., начальник відділу інвентаризації,

БУ «Національний центр обліку викидів парникових газів»

Трофименко Н.В. – к.е.н., асистент,

Навчально-науковий інститут «Інститут геології»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

У роботі висвітлено особливості національного обліку викидів CO₂ та досліджено масштаби впливу конвертації окремих земельних угідь на інтенсивність викидів двоокису вуглецю.

Результати досліджень за період 1990–2015 рр. свідчать про істотний вплив типу землекористування та способів управління на кількість органічного вуглецю, який втрачається ґрунтами або секвеструється ними.

Показано, що найбільш істотний вплив на емісійно-асиміляційний баланс земельних угідь території України спричинено трансформацією земель поселень та інших земель у ліси, пасовища та рілля.

За результатами конвертації угідь встановлено спрямованість та масштабність процесів втрат ↔ зв'язування C-CO₂, які пов'язані з дією трьох груп чинників: 1 – з масштабними втратами, зумовленими переважанням чинників антропогенного характеру; 2 – з масштабним зв'язуванням унаслідок прояву чинників антропогенного та природного характеру; 3 – з втратами та зв'язуванням середньої інтенсивності, які є наслідком трансформації земельних угідь у ланці «ліси – орні землі – пасовища».

Встановлено, що структурні зміни у складі земельних угідь спрямовані на поступову їх трансформацію від угідь з підвищеним антропогенним навантаженням, у першу чергу ріллі, до умовно стабільних угідь – лісів, пасовищ, до яких віднесені чагарникові насадження та водно-болотні угіддя, що позитивно впливають на обсяги секвестрації діоксиду вуглецю атмосфери.

Зважаючи на площі трансформації, переведення різних угідь у лісові землі мало найбільш відчутний ефект щодо зв'язування діоксиду вуглецю та очищення атмосфери, відповідно для: ріллі (-2,285 кг / га / рік⁻¹), пасовищ (-1,710 кг / га / рік⁻¹), водно-болотних угідь (-2,406 кг / га / рік⁻¹). Конвертація земель зі складу ріллі у пасовища також виявилася достатньо дієвим способом зниження вмісту діоксиду вуглецю атмосфери шляхом його зв'язування (-0,693 кг / га / рік⁻¹).

Ключові слова: емісія CO₂, конвертація, трансформація, склад угідь, кліматичні зміни, діоксид вуглецю, очищення атмосфери, секвестрація.

Trofymenko P.I., Lyashenko V.V., Tymoshchuk O.A., Trofymenko N.V. Monitoring of the effect of land conversion on the formation of CO₂ emissions in Ukraine

The features of the national CO₂ emissions accounting and the extent of the impact of the conversion of individual land on the intensity of carbon dioxide emissions are studied.

Results of 1990-2015 indicate a significant impact of land use type and management practices on the amount of organic carbon lost or sequestered by the soil.

It is shown that the most significant impact on the emission-assimilation balance of land in Ukraine is caused by the transformation of settlements and other lands into forests, pastures and arable land.

According to the results of the conversion, the orientation and scale of the processes of loss and binding of C-CO₂ are determined, which are related to the action of three groups of factors:

1 – with large losses due to the predominance of anthropogenic factors; 2 – with large-scale linking due to the manifestation of anthropogenic and natural factors; 3 – with losses and linkage of medium intensity, which are a consequence of transformation of land in the link «forests – arable lands – grassland».

It is established that structural changes in the composition of land are aimed at their gradual transformation from lands with high anthropogenic load, primarily arable land, to conditionally stable lands: forests, pastures to which shrubs and wetlands are classified as positively affected the volumes of sequestration of atmospheric carbon dioxide.

Due to the area of transformation, the transfer of different land to forest land had the most significant effect on carbon dioxide binding and atmospheric purification, respectively for: arable land (-2,285 kg/ha/year¹), grassland (-1,710 kg/ha/year¹), wetlands (-2,406 kg/ha/year¹). The conversion of arable land to pastures has also proved to be a sufficiently effective way of reducing atmospheric carbon dioxide by binding it (-0.693 kg/ha/year¹).

Key words: CO₂, emission, conversion, transformation, composition of lands, climate change, carbon dioxide, atmospheric purification, sequestration.

Постановка проблеми. Нині екологічно незбалансований антропогенний тиск, який є наслідком втручання людини у природний процес кругообігу основних елементів біосфери, на фоні помітних кліматичних змін та підвищення концентрації парникових газів у атмосферному повітрі суттєво змінює характер її функціонування. Глобалізація економіки і культури, істотні інформаційні перетворення, розвиток всеохоплюючих інформаційних технологій разом з територіальним перерозподілом матеріальних та трудових ресурсів закономірно підсилюють екологічні ризики, масштаби яких збільшуються, корелюючи з негативною динамікою кліматичних змін довкілля [1].

Усі природні екосистеми – атмосфера, гідросфера, літосфера і біосфера під час їхнього використання зазнають потужного антропогенного впливу [1], який з часом стає все більш відчутним.

Зрозуміло, що суспільство не може розвиватися без землі як територіальної основи для розміщення продуктивних сил та проживання населення. Зі збільшенням його чисельності постійно зростають потреби у продовольстві та енергії. Антропогенних змін зазнають все більші площі природних угідь. При цьому окреслюється все більш чітка тенденція у необхідності своєчасного забезпечення суспільства інформацією про оптимальні параметри перманентного науково обґрунтованого перерозподілу земель. Зміни у землекористуванні охоплюють усі види земельних угідь [4; 7]. Тому у системі заходів зі стабілізації землекористування та підвищення ефективності його функціонування пріоритетною є екологічно зважена оптимізація складу і співвідношення земельних угідь [3; 4].

Спрямованість та характер перебігу процесів гумусоутворення та емісійних втрат органічного вуглецю у вигляді CO₂ ґрунтами, залежно від їх приналежності до певних земельних угідь, значною мірою залежать від останніх тенденцій кліматичних змін. У зв'язку з підвищенням середньої глобальної температури повітря помітного поширення набувають процеси, пов'язані з інтенсифікацією розкладання рослинних решток. Проте спрямованість трансформації землекористування залежно від попереднього способу використання земель може призводити до зростання або зменшення запасів Сорґ у ґрунтах. Це пов'язано як з неперервними природними процесами нагромадження, розкладання речовин, так і з окремими подіями (пожежа, характер природокористування, зміни землекористування) [7].

Зміни запасів вуглецю за нових умов землекористування проявляються протягом кількох років або десятиріч, доки в системі «ґрунти – атмосфера – рослини» не набуває нової рівноваги з відповідним рівнем антропогенного навантаження.

Тип землекористування та способи управління ним впливають на запаси органічного вуглецю в ґрунті. При цьому поряд з втратами органічної речовини

в процесі вирощування продукції рослинництва домінуючими процесами, які визначають баланс запасів органічного вуглецю у ґрунті, є надходження вуглецю з рослинними рештками та викиди вуглецю від їх мінералізації та розкладання. Темпи та обсяги надходження органічної сировини у вигляді нерозкладних рослинних решток впливають на інтенсивність втрат органічної речовини ґрунтом.

Надходження органічної сировини значною мірою залежить від управлінських рішень, що впливають на продукування біомаси, секвестрацію перетвореної органічної речовини, яка певний період не може втрачатися ґрунтом у вигляді CO_2 . Обсяги втрат вуглецю переважно залежать від успішності обраних способів управління ґрунтовою родючістю, у тому числі через оптимізацію структури земельних угідь. Потіки CO_2 між екосистемою і атмосферою спричинені зміною землекористування та врівноважуються насамперед фотосинтетичним поглинанням рослинами вуглецю та розкладанням органічної матерії. Залежно від напряму зміни запасів вуглецю зміна землекористування може призводити до викидів або поглинання парникових газів [7].

Таким чином, землекористування та способи управління ним впливають на різні, часто протилежні за своєю спрямованістю процеси у екосистемах, які визначають характер рухів, переміщення потоків парникових газів – це фотосинтез, ґрунтове дихання, розклад та рух речовин й енергії.

Постановка завдання. Мета статті. Метою досліджень було на основі офіційних результатів обліку викидів парникових газів виявити сучасні тенденції трансформації земельних угідь в Україні та потенційно оцінити шляхи оптимізації складу земельних угідь.

Задачі досліджень передбачали визначення характеру та масштабів впливу трансформації земельних угідь на обсяги втрат та зв'язування діоксиду вуглецю за період з 1990 по 2015 рр., встановлення джерел їх виникнення в Україні з наданням відповідного оціночного статусу.

Методи досліджень. Під час досліджень використано офіційні дані звітів України до United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) у період з 1990 по 2017 рр. [7], які виконано з дотриманням загально прийнятих методологій [5]. Вирахування трансформації площ угідь та відповідної кількості викидів CO_2 здійснювалося з використанням рівнянь 1, 2 та 3-го рівнів.

Слід зауважити, що застосування зазначених методологій з визначення обсягів емісії й асиміляції діоксиду вуглецю земельними угіддями та окремих пулів органічної речовини, зокрема в мінеральних та органічних ґрунтах, має певні особливості. Алгоритм обліку викидів парникових газів в окремих країнах, в тому числі і в Україні, здійснюється експертами центру обліку викидів парникових газів та передбачає застосування ними національних особливостей ідентифікації земельних угідь, способів урахування їх площ, використання уточнюючих коефіцієнтів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримані результати дали змогу встановити загальну тенденцію змін площ земельних угідь в Україні, викликані різними чинниками безпосередньої (I) та опосередкованої (II) дії.

Зокрема, до першої групи чинників (I) слід віднести: зміну державного устрою (1991), проведення перманентного реформування земельних відносин, істотне погіршення рівня економічного розвитку держави протягом досліджуваного періоду.

До другої групи (II) необхідно віднести: прояв чітких ознак змін клімату та консолідовані дії світової спільноти у напрямку їх впливу на глобальному, регіональному та локальному рівнях; удосконалення технологій виробництва продукції у сільському та лісовому господарстві і пов'язані з цим зміни; виведення малопродуктивних земель з активного сільськогосподарського обігу (консервація) та переведення з ріллі

та багаторічних насаджень до умовно стабільних угідь (водно-болотних та кормових), а також дерево-чагарникових насаджень; трансформація структури посівних площ сільськогосподарських підприємств у зв'язку з підвищенням середньої температури повітря (збільшення на Поліссі в структурі посівів площ, традиційних для Лісостепо-вої зони сільськогосподарських культур).

Категоріями землекористування для представлення інформації про кадастр парникових газів є: лісові площі, орні землі, пасовища, водно-болотні угіддя та поселення.

Термін «конвертація» земельних угідь, враховуючи особливості обліку викидів парникових газів за прийнятою методикою, за своєю сутністю являє собою «поступове» переведення земель з одного виду земельних угідь до іншого. Йдеться про врахування обсягів зв'язування або викидів CO₂, яке припадає на один рік протягом певного періоду. Тоді як термін «трансформація» має загальноприйняте трактування і являє собою чітко визначене у часі переведення одного угіддя в інше з переліком конкретних технологічних операцій. Таким чином, терміни «конвертація» та «трансформація» не є тотожними.

Викиди та поглинання CO₂ на ґрунтах, конвертованих у складі нових категорій землекористування, являють собою річні зміни запасів вуглецю, що формуються за рахунок надземної та підземної біомаси рослин.

Встановлено, що найбільш масштабні структурні зміни у складі земельних угідь, які формували баланс викидів та зв'язування CO₂ в Україні відбулися у 1990-х 2000-х роках ХХ-го сторіччя. Нині вплив трансформації угідь на інтенсивність емісії двоокису вуглецю з різних угідь є менш відчутним.

За досліджуваний період (1990–2015 рр.) в земельному фонді України відбулися значні зміни у складі земельних угідь (табл. 1).

Таблиця 1

Трансформація земельних угідь України за даними кадастру парникових газів за період 1990–2015 рр. у середньому за 1 рік, тис. га

Угіддя, які трансформуються	Угіддя, в яких відбувається трансформування					
	Ліси	Рілля	Пасовища	Водно-болотні угіддя	Поселення	Інші угіддя
Ліси		2,746	3,058	1,940	22,619	1,401
Рілля	76,186		591,213	35,701	117,825	103,639
Пасовища	22,153	10,548		3,205	9,764	0,451
Водно-болотні угіддя	0,324	0,0038	2,662		0,645	0,019
Поселення	7,802	57,357	20,022	4,991		53,231
Інші угіддя	15,371	60,772	77,970	11,752	75,715	

Наведені дані свідчать про значні зміни у складі земель. Загалом відображені зміни вказують на поступове переведення з угідь з істотним антропогенним навантаженням, у першу чергу ріллі, до умовно стабільних угідь: лісів, пасовищ, до яких віднесені чагарникові насадження, та водно-болотних угідь. Означена трансформація мала позитивне спрямування та переважно стабілізуючий вплив на баланс вуглецевих потоків з різних угідь. Приналежність ґрунтів до певних угідь значною мірою визна-

чає їх емісійно-асиміляційну активність. Виступаючи як дієвий важель регулювання концентрації CO₂ атмосфери, ґрунтовий покрив виконує важливу роль в обігу та перетворенні речовини та енергії. При цьому ґрунти, що лишаються у складі ріллі після зменшення її площ в результаті трансформації, використовуються більш інтенсивно, що спричиняє підсилення емісійних потоків діоксиду вуглецю до атмосфери.

Одночасно з означеною трансформацією земельних угідь та зміною способів використання також відбувся істотний перерозподіл у їх складі ґрунтів, що спричиняє відповідні зміни в обсягах емісії CO₂ до атмосфери.

Результати зміни обсягів втрат вуглецю (у розрахунку на CO₂) представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Зміна обсягів емісії та зв'язування CO₂ в результаті трансформації угідь за період 1990–2015 рр., у середньому за рік тон на 1 га

Угіддя, які трансформуються	Угіддя, в яких відбувається трансформування					
	Ліси	Рілля	Пасовища	Водно-болотні угіддя	Поселення	Інші угіддя
Ліси		3,683	2,802	2,314	19,984	19,602
Рілля	-2,285		-0,693	NA	15,853	15,853
Пасовища	-1,710	2,192		3,007	20,548	18,789
Водно-болотні угіддя	-2,406	NA*	NA		NA	NA
Поселення	-20,655	-15,853	-16,546	NA		NA
Інші угіддя	-19,984	-15,853	-16,546	NA	NA	

Примітка: дані відповідності до таблиці 1; «NA*» в таблицях 2 та 3 – масштаби впливу не можуть бути встановлені або мають істотну невизначеність; знак «-» перед величинами обсягів зв'язування CO₂ (sinks) в результаті трансформації угідь; знак «+» перед величинами з обсягами збільшення втрат вуглецю.

Як свідчать наведені дані, за результатами конвертації угідь спрямованість та масштабність процесів втрат ↔ зв'язування С-CO₂ чітко ідентифікуються три групи чинників: перша – з масштабними втратами, зумовленими переважанням чинників антропогенного характеру; друга – з масштабним зв'язуванням з проявом чинників антропогенного та природного характеру; третя – з втратами та зв'язуванням середньої інтенсивності, які є наслідком трансформації земельних угідь у ланці «ліси – орні землі – пасовища».

Загалом втрати та зв'язування органічного вуглецю, зумовлені трансформацією земельних угідь в Україні, є наслідком перерозподілу земельного фонду і пов'язані з перманентним зменшенням площі сільськогосподарських угідь та земель лісогосподарського призначення на користь земель несільськогосподарського призначення (земель населених пунктів, об'єктів виробництва). Означений перерозподіл має місце в будь-якій цивілізованій країні. В Україні на законодавчому рівні функціонує норма «пріоритетного сільськогосподарського використання» з визначенням переліку особливо цінних груп ґрунтів, яка унеможливує вилучення родючих земель під розміщення об'єктів несільськогосподарського призначення (ст. 23, ЗК України) [2]. Однак

існуюча система контролю за вилученням земель з активного сільськогосподарського та лісгосподарського обігу в Україні потребує вдосконалення.

При цьому слід розуміти, що зазначене виведення земель потребує від суспільства адекватної «технологічної компенсації» у вигляді підвищення ефективності виробництва на решті придатних для цього земель. Особливо важливою для України означена проблема виглядає у контексті перспектив вирощування рослинницької продукції на фоні загострення глобальної продовольчої кризи. Маючи у своєму розпорядженні значні площі родючих ґрунтів та високий потенціал щодо виробництва конкурентної сільськогосподарської продукції, роль України як світового лідера з виробництва продовольства буде лише зростати.

Таблиця 3

Зумовленість, спрямованість та масштабність процесів втрат ↔ зв'язування С-СО₂ з атмосфери в результаті конвертації земельних угідь в Україні за 1990–2015 рр.*

Назва угідь	Назва угідь					
	Ліси	Рілля	Пасовища	Водно-болотні угіддя	Поселення	Інші угіддя
Ліси		↑	↑	↑	↑	↑
Рілля	↓		↓	NA	↑	↑
Пасовища	↓	↑		↑	↑	↑
Водно-болотні угіддя	↓	NA	NA		NA	NA
Поселення	↓	↓	↓	NA		NA
Інші угіддя	↓	↓	↓	NA	NA	

Примітка: *оціночний статус конвертації земельних угідь:



Масштабні втрати С-СО₂ спричинені переважно чинниками антропогенного характеру (наслідки управління, пов'язані з трансформацією земельних угідь в процесі реформування земельних відносин: вилучення земель з активного сільськогосподарського та лісгосподарського використання у зв'язку з їх виділенням для несільськогосподарських потреб).



Масштабне зв'язування органічного вуглецю, яке є наслідком сумісного прояву чинників антропогенного та природного характеру (зменшення площ поселень у зв'язку з їх занепадом, а також зменшенням площ інших угідь з подальшим їх конвертуванням до складу лісів, ріллі та пасовищ).



Втрати та зв'язування органічного вуглецю середньої інтенсивності, які є наслідком конвертації земельних угідь у ланці «ліси – орні землі – пасовища»

Результати досліджень дають змогу зробити висновки про величини змін щорічної емісії, які припадають на 1 га відповідних угідь.

Зважаючи на площі трансформації, переведення різних угідь в лісові землі мало найбільш відчутний ефект щодо зв'язування діоксиду вуглецю та очищення атмосфери, відповідно: рілля (-2,285 кг / га / рік⁻¹), пасовища (-1,710 кг / га / рік⁻¹), водно-болотні угіддя (-2,406 кг / га / рік⁻¹). Конвертація земель з ріллі до складу пасовищ також є достатньо дієвим способом зниження вмісту діоксиду вуглецю атмосфери шляхом його зв'язування (-0,693 кг / га / рік⁻¹).

Конвертування площ за рахунок поселень та інших земель до складу орних земель, пасовищ та лісів спричиняє найвищий розрахунковий ефект щодо зв'язування органічного вуглецю (див. табл. 2).

Висновки і пропозиції. Найбільш істотний вплив на емісійно-асиміляційний баланс спричинено трансформацією земель поселень та інших земель у ліси, пасовища та рілля.

Зазначені зміни відбувалися з різних причин, у тому числі й за рахунок перебігу мало керованих процесів: унаслідок фактичного припинення функціонування неперспективних населених пунктів, природного заліснення земель пасовищ, ріллі (з переведенням у перелоги) та водно-болотних угідь (унаслідок повного зневоднення).

Таким чином, з контрольованих людиною процесів заліснення лишається одним з найбільш дієвих способів відновлення та реабілітації земель у контексті пом'якшення негативного впливу парникового ефекту.

Оперативний моніторинг за динамікою структури земельних угідь повинен стати пріоритетною формою контролю їх емісійно-асиміляційного потенціалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вплив змін клімату на продуктивність та валові збори зернових культур: аналіз та прогноз. *Український географічний журнал*. № 1 / О.Г. Тараріко, Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма. 2016. С. 14–22.
2. Земельний кодекс України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2002, № 3-4 (зі змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>.
3. Погурельський С.П., Мартин А.Г. Формування оптимальних співвідношень земельних угідь як основа сталого природокористування. URL: http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/3vze/zb_m/t2/tom_2_s05_p_503_505.pdf.
4. Новаковська І. Оптимізація системи землекористування. *Економіст*. № 3. 2018. С. 27–32.
5. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006.
6. Хилько М.І. Екологічна безпека України : навчальний посібник. Київ, 2017. 266 с.
7. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – IPCC, 2006. United Nations Framework Convention on Climate Change. URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/>.