

УДК 631.43

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ УКРАЇНИ НА ФОРМУВАННЯ ОБСЯГІВ ЕМІСІЇ Й АСИМІЛЯЦІЇ CO₂ ТА ПОТЕНЦІАЛ ЗНИЖЕННЯ ЙОГО КОНЦЕНТРАЦІЇ В АТМОСФЕРІ

П. І. ТРОФИМЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<http://orcid.org/0000-0002-7692-5785>

E-mail: trofimenkopetr@ukr.net

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

В. В. ЛЯШЕНКО, директор, <http://orcid.org/0000-0003-3079-1897>

E-mail: twarship@i.ua

БУ Національний центр обліку викидів парникових газів

Н. В. ТРОФИМЕНКО, кандидат економічних наук, асистент

<http://orcid.org/0000-0002-2086-1225>

E-mail: trofimenko.nadia.v@gmail.com

ННІ «Інститут геології» КНУ імені Тараса Шевченка

О. А. ТИМОЩУК, кандидат сільськогосподарських наук

<http://orcid.org/0000-0003-1634-1515>

E-mail: timpost@ukr.net

БУ Національний центр обліку викидів парникових газів

<https://doi.org/10.31548/bio2020.01.005>

Анотація. У статті представлено результати досліджень впливу трансформації земельних угідь України на формування обсягів емісії й асиміляції CO₂ та потенціалу зниження його концентрації в атмосфері. Використано матеріали звітів України до United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) у період з 1990 до 2015 року.

На основі даних кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що вплив на емісію та асиміляцію CO₂ зумовлений трансформацією угідь: у ліси (на 83,9 %), водно-болотні угіддя (на 54,3 %), поселення (на 38,7 %).

За результатами досліджень виділено три рівні значущості екологічного впливу трансформації земельних угідь на формування обсягів емісії-стоку CO₂. До I –го увійшли ліси та водно-болотні угіддя, до II – рілля та поселення, до III – інші угіддя та пасовища.

Із 75,5 % загальної зміни обсягу CO₂ 15,3 % пояснюється варіацією зміни площі ріллі; 6,6 % – зміною площ земель трансформованих у пасовища; 41,1 % зміною площ земель трансформованих у населені пункти; 6,2 % зміною площ земель, трансформованих у інші землі; 6,2 % пояснюється зміною температури повітря.

Отримані дані засвідчили, що зміна площі трансформованих земель на 1 % за окремими угіддями (окрім лісів та водно-болотних угідь) за умови збереження встановле-

них тенденцій трансформації, призведе до збільшення (або зменшення) викидів CO₂: для ріллі – на 22,5 %; для пасовищ – на 23,7 %; для поселень – на 38,7 %; для інших земель – на 23,8 %. Зміна температури повітря на 1 % (0,0879 t°C) за умови збереження тенденцій проведення трансформації угідь призведе до зміни величини емісії CO₂ на 34,8 %.

Доведено, що температури повітря є визначальною складовою, яка одночасно впливає на усі види угідь й формування обсягів емісії CO₂. Цей чинник є достатньо впливовим та мало контрольованим і може кардинально змінити екологічну ситуацію.

Ключові слова: трансформація угідь, оптимізація структури, емісія, асиміляція, концентрація CO₂

Актуальність. Як відомо, нині оптимізація структури земельних угідь є одним із відносно дешевих, керованих чинників більшості країн світу, які сприяють зменшенню викидів CO₂ та мінімізації впливу парникового ефекту та поліпшенню кліматичних умов.

Характер використання земельних ресурсів значною мірою регулюють рівень викидів CO₂ та інших біогенних газів, насамперед N₂O з ґрунтів, та створюють умови для сталого землекористування. Останніми десятиріччями перед людством гостро постала дилема оптимального використання земельних ресурсів. Перший сценарій – ситуативно ефективне, проте, часом ірраціональне використання ґрунтово-земельних ресурсів, насамперед унаслідок їхнього вилучення з активного сільськогосподарського (лісгосподарського) використання з переведенням до складу земель із використанням у якості територіального базису для розміщення різних об'єктів. Другий полягає в науково обґрунтованій раціональній оптимізації структури земельних ресурсів, ефективність якої розподілена в часі та призначена для раціонального функціонування землекористування в тривалій перспективі.

У якості аргументації доцільності оптимізації ґрунтово-земельних ресурсів усе частіше науковці використовують поняття пов'язані з необхідністю мінімізації викидів парникових газів до атмосфери. Значною мірою це стосується й виробництва сільськогосподарської продукції, зокрема, дефініції вуглецевий та нітроген-

ний «слід» не лише міцно увійшли у вжиток, а й закріплені в законодавстві деяких країн. В окремих із них уведена необхідність технологічного обґрунтування (обрахунку) наслідків виробництва окремих сільськогосподарських культур у вигляді вуглецевого або нітрогенного сліду, зокрема, для ріпаку (for carbon and nitrogen tax).

Питаннями оптимізації складу земельних угідь займалися багато науковців, зокрема, С. Ю. Булігін [Ошибка! Источник ссылки не найден.], І. О. Новаковська [Ошибка! Источник ссылки не найден.], А. Г. Мартин [Ошибка! Источник ссылки не найден.], Ю. А. Махортов [Ошибка! Источник ссылки не найден.], П. В. Писаренко, Т. О. Чайка, О. О. Ласло [Ошибка! Источник ссылки не найден.] та інші.

Еколого-економічне обґрунтування складу угідь, як правило, виконувалося з урахуванням величин врожайності сільськогосподарських культур, існуючої та перспективної структури посівів, площі земельних угідь, а також вмісту гумусу в ґрунтах.

Дослідженням питань оптимізації структури земельних угідь на основі врахування вмісту органічної речовини в Україні займалася порівняно невелика кількість науковців [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Водночас роль трансформованої частини земельних угідь у формуванні обсягів CO₂, які надходять до атмосфери, нині є недостатньо дослідженою. Особливо гострою дана проблема виступає, у контек-

сті глобального потепління [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Особливо цінною є результати оцінки спрямованості процесів перерозподілу земельного фонду України загалом та в межах окремих природно-кліматичних зон із визначенням їхнього впливу на зниження концентрації CO₂ в атмосфері.

Метою досліджень було виявлення тенденцій трансформації земельних угідь в Україні, закономірностей їхнього впливу на формування обсягів емісії та асиміляції CO₂, а також встановлення потенціалу зниження його концентрації в атмосфері.

Задачі досліджень передбачали встановлення різних за значущістю чинників впливу на обсяги емісії та асиміляції органічної речовини у вигляді CO₂ з трансформованих угідь та виявлення шляхів зниження його концентрації в атмосфері.

Матеріали і методи досліджень. Під час досліджень використано офіційні дані звітів України до United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) у період з 1990 до 2015 року (рік подачі 2017) [Ошибка! Источник ссылки не найден.], які виконано з дотриманням загальноприйнятих методологій [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. У ході аналізу температурного режиму на території України використано дані Центральної геофізичної обсерваторії [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Кореляційно-регресійний аналіз даних проведений за загальноприйнятими методами [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Результати дослідження та їх обговорення. На основі результатів дослідження об'єктивних умов проведення відбір чинників, що впливають на рівень викидів CO₂. Такими є зміна площі угідь та кліматичні умови.

Нині для аналізу впливу чинників

існує дуже багато різних методів. Для проведення досліджень нами обрано класичний кореляційно-регресійний аналіз, який являє собою спосіб кількісної оцінки зв'язків із великим числом взаємодіючих чинників. Цей метод дає змогу не лише врахувати прямий вплив кожного з чинників, а й виявити результат їхньої сукупної дії, виключаючи повторне їхнє врахування, для відокремлення уявних зв'язки від дійсно наявних.

За допомогою означеного методу ми досліджено взаємозв'язки між величинами зміни площі угідь з виділенням найбільш значущих складових, що визначають величину викидів CO₂, та ті з них, які мають істотні резерви до зменшення викидів.

Для вираження впливу на результативний показник (Y), факторні ознаки (X₁, X₂...X_n) використаємо рівняння лінійної багатофакторної регресії, що визначається за формулою 1 [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

$$y = a_0 + \sum a_i x_i$$

В якості результуючого показника (Y) було обрано загальний обсяг викидів CO₂, тис. т, а в якості факторних площі трансформованих угідь, тис. га:

X₁ – площа земель трансформованих у лісові угіддя;

X₂ – площа земель трансформованих у рілля;

X₃ – площа земельних ділянок, трансформованих у пасовища;

X₄ – площа земель трансформованих у поселення;

X₅ – площа земель трансформованих у інші землі;

X₆ – площа земель трансформованих у водно-болотні угіддя;

X₇ – середньорічна температура повітря;

Для більш наочного подання, вхідні дані було зведено до кореляційної матри-

1. Коефіцієнти парної кореляції

показники	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Y	1							
X ₁	0,916	1						
X ₂	-0,380	-0,433	1					
X ₃	0,268	0,172	0,488	1				
X ₄	0,636	0,607	0,215	0,570	1			
X ₅	-0,211	-0,380	0,707	0,577	0,383	1		
X ₆	0,737	0,765	0,045	0,735	0,756	0,117	1	
X ₇	0,644	0,661	-0,279	0,205	0,495	-0,218	0,591	1

Примітка. $r_{\min} = 0,388$.

ці, яка використовується для вимірювання сили взаємозв'язку між обраними факторними величинами та результативним показником (табл. 1).

Перед побудовою регресійної моделі залежності результативної ознаки від факторних, проведено перевірку наявності між обраними чинниками явища мультиколінеарності [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.] з використання відомої шкали Чеддока [за Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.].

З даних таблиці 1 випливає, що значення коефіцієнта кореляції 0,7 і більше характеризує високий зв'язок між досліджуваними показниками.

Після проведення перевірки даних на мультиколінеарність та виключення

величин площ земель, трансформованих у лісові (X₁) та водно-болотні угіддя (X₆), розраховано уточнену кореляційну матрицю для встановлення залежності між чинниками (табл. 2).

Уточнену кореляційну матрицю для визначення сили впливу досліджуваних чинників на результативну ознаку (табл. 2).

Процентний вплив вилучених домінуючих чинників, розраховано на основі коефіцієнтів детермінації, (R) становить для: лісів – 83,9 %, для водно-болотних угідь – 54,3 %.

У результаті проведення кореляційно-регресійного аналізу за п'ятьма чинниками, було отримано рівняння, яке має такий вигляд:

$$Y = -56349,5 - 67,3055X_2 + 12,7286X_3 + 67,6231X_4 - 58,9458X_5 + 1476,95X_7 \quad (2)$$

Дані рівняння свідчать про те, що у випадку підвищення температури на 1 °C,

2. Кореляційна матриця для проведення регресійного аналізу

	Y	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₇
Y	1					
X ₂	-0,380	1				
X ₃	0,268	0,488	1			
X ₄	0,636	0,215	0,570	1		
X ₅	-0,211	0,707	0,576	0,383	1	
X ₇	0,644	-0,279	0,205	0,495	-0,218	1

обсяг викидів CO_2 в Україні «внаслідок» трансформації земельних угідь збільшиться приблизно на 1 млн 477 тис. т. за 1 рік. Жоден з інших чинників рівняння не має подібного масштабу впливу. Значні викиди CO_2 спричиняє збільшення площі поселень на 1 тис. га – 67,6 тис. т на 1 рік.

Але коефіцієнти регресії не дають чіткого уявлення про те, які саме чинники найбільш суттєво впливають на результативну ознаку зміну викидів CO_2 . Для з'ясування цього питання, розраховано відповідні коефіцієнти (табл. 3).

Отримані дані засвідчили, що зміна площі трансформованих земель на 1 % за окремими угіддями (окрім лісів та водно-болотних угідь) за умови збереження встановлених тенденцій трансформації, призведе до збільшення (або зменшення) викидів CO_2 : для ріллі – на 22,5 %; пасовищ – на 23,7 %; поселень на – 38,7 %; інших земель – на 23,8 %. Зміна температури повітря на 1 % (0,0879 °C) за умови збереження тенденцій проведення трансформації угідь призведе до зміни величини емісії CO_2 на 34,8 %.

Найбільшим є β -коефіцієнт чинника – X_4 «Площа земель трансформованих у поселення», $\beta_4 = 0,6469$ прямо впливає на Y (викиди \leftrightarrow зв'язування CO_2). Тому з числа включених до кореляційної моделі чинників він має найбільші резерви для зменшення обсягів викидів CO_2 .

Зважаючи на те, що вплив кожного чинника незалежно від впливу всіх інших можливих чинників на результат і між собою розглядати неможливо, то загальну варіацію моделі необхідно врахувати варіаційний вплив окремих її складників.

Із 75,5 % загальної зміни обсягу CO_2 , 15,3 % пояснюється варіацією зміни площі ріллі; 6,6 % – зміною площ земельних ділянок, трансформованих у пасовища; 41,1 % зміною площ земель трансформованих у поселення; 6,2 % зміною площ земель, трансформованих у інші землі; 6,2 % пояснюється зміною температури повітря.

З огляду на те, що температура повітря є визначальним складником, який одночасно впливає на результат усіх видів трансформації угідь та формування обсягів емісії CO_2 , цей чинник є достатньо небезпечним і може спричинити кардинальну зміну екологічної ситуації. Зважаючи на відсутність у представленій моделі лісів та водно-болотних угідь значення процентного впливу температури повітря на інтенсивність емісії асиміляції CO_2 унаслідок трансформації земельних угідь (6,2 %), буде закономірно вищим і може сягати 8–11 %. Однак, за умов збереження тенденції зневоднення ґрунтів, яке спостерігається останнім часом, темпи втрат органічної речовини ґрунтами будуть уповільнюватися [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка!].

3. Результати рішення задачі множинної кореляції

Показник	Y	X_2	X_3	X_4	X_5	X_7
Коефіцієнти кореляції	–	-0,380	0,268	0,636	-0,211	0,644
Середнє арифметичне	-37344,6	124,867	694,925	213,855	150,612	8,788
Коефіцієнти варіації	-33,8930	60,806	35,315	56,618	42,014	9,390
Коефіцієнти регресії	-56349,5	-67,3055	12,7286	67,6231	-58,9458	1476,95
Бета-коефіцієнти	–	-0,4037	0,2468	0,6469	-0,2947	0,0963
Коефіцієнти детермінації	–	0,1442	0,0721	0,4041	0,0445	0,4147
Коефіцієнт еластичності		0,2250	-0,2369	-0,3872	0,2377	-0,3476
Коефіцієнти окремого визначення, %	–	0,153	0,066	0,411	0,062	0,062

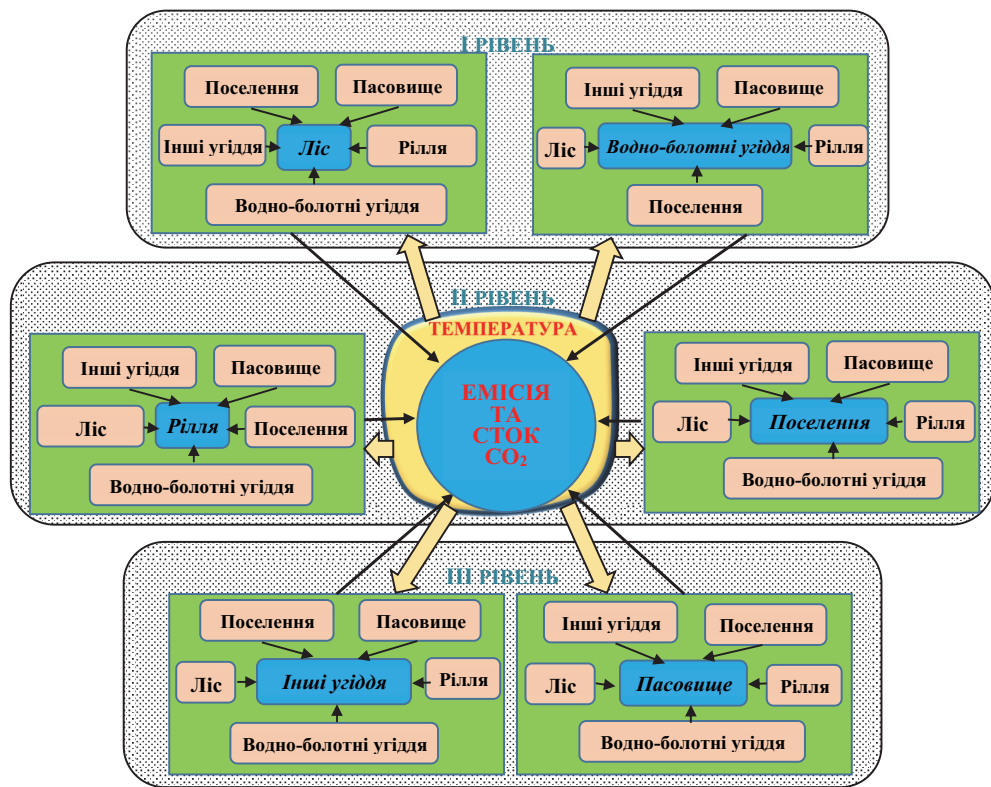


Рис. 1. Формування обсягів емісії ↔ стоку CO₂ земельних угідь в результаті їх трансформації та приналежність до рівнів значущості екологічного впливу

У результаті проведених досліджень розроблено сучасну модель формування обсягів емісії-стоку CO₂ земельних угідь за результатами трансформації (рис. 1).

Класифікація угідь у відповідності до звітності UNFCCC. У відповідності до розробленої схеми виділено три рівні значущості екологічного впливу трансформації земельних угідь на формування обсягів емісії-стоку CO₂. До І-го входять ліси та водно-болотні угіддя, ІІ – рілля та поселення, ІІІ – інші угіддя та пасовища. Спрямованість процесів трансформації земельних угідь в Україні за період із 1990 – 2015 рр. дозволила виявити нижче наведені тенденції.

У результаті процесів трансформації земельних угідь обсяги зв'язаного CO₂ перевищують обсяги емітованого.

Найбільш дієвим способом зменшення викидів CO₂ до атмосфери є заліснення земель та подальше обмеження площ поселень.

Проведення екологічно зваженої трансформації земельних угідь у ланці «ліси ↔ водно-болотні угіддя ↔ поселення ↔ рілля» становить основний резерв скорочення втрат органічної речовини ґрунтами та зниження концентрації CO₂ в атмосфері. Природна конвертація водно-болотних угідь у пасовища та інші угіддя відбувається через поступове зникнення водних об'єктів унаслідок негативної зміни водного режиму та зневоднення. Збільшення площ лісів відбувається, переважно, завдяки площі ріллі з низьким потенціалом природної родючості. Натомість до скла-

ду ріллі трансформуються землі заплав річок, головно, кормових угідь, що підсилює емісію CO_2 до атмосфери.

Але, найбільш дієвим чинником впливу на обсяги викидів CO_2 (за результатами моделювання) є встановлення науково обґрунтованих обмежень площ земель, що переходять до складу поселень завдяки лісам і ріллі.

Висновки. Отже, встановлено, що за період з 1990 до 2015 року включно в Україні домінуючий вплив на обсяги емісії та асиміляції CO_2 спричинила трансформація угідь земель у ліси (83,9), водно-болотні угіддя (54,3), поселення (38,7 %).

За результатами досліджень виділено три рівня значущості екологічного впливу трансформації земельних угідь на формування обсягів емісії-стоку CO_2 . До I-го входять ліси та водно-болотні угіддя, II – рілля та поселення, III – інші угіддя та пасовища.

Коефіцієнт множинної детермінації $D = 0,7550$ показує, що варіація зміни обсягів CO_2 , яка зумовлена варіацією включених до рівняння регресії чинників, дорівнює 75,5 %.

Із 75,5 % загальної зміни обсягу CO_2 15,3 % пояснюється варіацією зміни площі ріллі; 6,6 % - зміною площ земельних ділянок, трансформованих у пасовища; 41,1% зміною площ земель трансформованих у населені пункти; 6,2 % зміною площ земель, трансформованих у інші землі; 6,2 % пояснюється зміною температури повітря.

Встановлено, що зміна площі трансформованих земель на 1 % за окремими угіддями (окрім лісів та водно-болотних угідь) за умови збереження встановлених тенденцій трансформації, призведе до збільшення (або зменшення) викидів CO_2 : для ріллі – на 22,5 %; пасовищ – на 23,7 %; поселень на – 38,7 %; інших земель – на 23,8 %. Зміна

температури повітря на 1% ($0,0879\text{ }^\circ\text{C}$) за умови збереження тенденцій проведення трансформації угідь призведе до зміни величини емісії CO_2 на 34,8 %.

Зважаючи на те, що температури повітря є визначальною складовою, яка одночасно впливає на всі види угідь і формування обсягів емісії CO_2 , цей чинник є достатньо впливовим та мало контрольованим і може кардинально змінити екологічну ситуацію. Зважаючи на відсутність у представленій моделі лісових та водно-болотних угідь значення процентного впливу температури повітря на інтенсивність емісії \leftrightarrow асиміляції CO_2 унаслідок трансформації угідь (6,2 %), буде закономірно вищим. За приблизними підрахунками, у випадку врахування впливу трансформації зазначених вище угідь, варіація зміни температури повітря може бути причиною зміни обсягу емітованого до атмосфери діоксиду вуглецю до 8–11 %.

Встановлено, що найбільший потенціал зниження концентрації CO_2 в атмосфері з використанням інструментарію трансформації угідь зосереджено у відносно контрольованій людиною системі «ліси \leftrightarrow водно-болотні угіддя \leftrightarrow поселення \leftrightarrow рілля». Зважаючи на значні площі в Україні цінних ґрунтово-земельних ресурсів, необхідно розробити зважений науково обґрунтований механізм їхнього вилучення зі складу лісів та орних земель для несільськогосподарських потреб. У цьому контексті в державі доцільно переглянути умови відведення земельних ділянок для розвитку населених пунктів та утворення підприємств за рахунок площ раніше функціонуючих поселень (сіл, селищ, хуторів), впровадивши стимулюючи фінансові механізми.

Література

1. Агроекологічні, соціальні та економічні аспекти створення й ефективного функціонування екологічно стабільних територій : колективна монографія / за ред. П.В. Писаренка, Т.О. Чайки, О.О. Ласло. Полтава: «Сімон», 2016. 230 с.

2. Бараз В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учеб. пособие. Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2005. 102 с.
3. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів. К.: Урожай, 2005. 300 с.
4. Заварзин Г.А. Дыхание почвы. Предисловие. АЦБИ РАН, Пушкино, 1993. С. 3-10.
5. Годовая эмиссия CO₂ из серых лесных почв южного Подмосковья. Почвоведение / Ларионова А.А. и др. Изд. МГУ, 2001. № 1. С. 72-80.
6. Мармоза А.Т. Практикум з теорії статистики. К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 344 с. С. 248-252.
7. Махортов Ю.А. Эколого экономические проблемы использования земельных угодий: монография. Луганск, 1999. 416 с.
8. Новаковська І.О. Оптимізація системи землекористування. Економіст, 2018. №3. С. 27-32.
9. Погурельський С. П., Мартин А. Г. Формування оптимальних співвідношень земельних угідь як основа сталої природокористування. Дата звернення: 19.01.2020. URL: http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/3vze/zb_m/t2/tom_2_s05_p_503_505.pdf.
10. IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. Retrieved from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.
11. Центральна геофізична обсерваторія ім. Б.І. Срезневського, м. Київ. Дані температури повітря за період 1812-2016 рр. Дата звернення: 19.01.2020. URL: http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=k_klimat&f=kyiv&p=1.
12. Belsley, David A.; Kuh, Edwin; Welsch, Roy E. (1980). Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity. New York: Wiley.
13. Goldberger, Arthur S. (1991). Multicollinearity. A Course in Econometrics. Cambridge: Harvard University Press. 45-53.
14. Freiziene D., Kadziene G. The influence of soil organic carbon, moisture and temperature on soil surface CO₂ emission in the 10th year of different tillage-fertilization management. Zemdirbyste-Agriculture. Vol. 95. № 4 (2008). 29-45.
15. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC, 2006. United Nations Framework Convention on Climate Change. Дата звернення 20.12.2019. Retrieved from <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/submissions/national-inventory-submissions-2017>
16. Houghton R.A., Calander V.A., Varney S.K. (1992). Climate change. Cambridge Univ. Press.
17. Lambert G. (1992, Mai). Grenhous gases. La Recherche. 243. V. 23. 550-556.

References

- Baraz V.R. (2005). Korrelyatsionno-regressionnyy analiz svyazi pokazateley kommercheskoy deyatel'nosti s ispol'zovaniyem programmy Excel: ucheb. posobiye. Yekaterinburg. 102 [in Russian].
- Belsley, David A.; Kuh, Edwin; Welsch, Roy E. (1980). Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity. New York: Wiley. [in USA].
- Bulyhin S.Y. (2005). Formuvannya ekolohichno stalykh ahrolandshaftiv. 300 [in Ukrainian].
- Freiziene D., Kadziene G. The influence of soil organic carbon, moisture and temperature on soil surface CO₂ emission in the 10th year of different tillage-fertilization management. Zemdirbyste-Agriculture. Vol. 95. № 4 (2008). 29-45 [in Lithuanian].
- Goldberger, Arthur S. (1991). Multicollinearity. A Course in Econometrics. Cambridge: Harvard University Press. 45-53 [in USA].
- Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC, 2006. United Nations Framework Convention on Climate Change. Дата звернення 20.12.2019. Retrieved from <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/submissions/national-inventory-submissions-2017>.
- Houghton R.A., Calander V.A., Varney S.K. (1992). Climate change. Cambridge Univ. Press. [in English].
- IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and

- Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. Retrieved from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.
- Lambert G. (1992, Mai). Grenhous gases. La Recherche. 243. V. 23. 550-556 [in France].
- Larionova A.A. i dr. (2001). Godovaya emissiya CO₂ iz serykh lesnykh pochv yuzhnogo Podmoskov'ya. Pochvovedeniye. № 1. 72–80 [in Russian].
- Makhortov Y.A. (1999). Ekologo ekonomicheskije problemy ispol'zovaniya zemel'nykh ugodiy: monografiya. 416 [in Ukrainian].
- Marmoza A.T. (2003). Praktykum z teoriiy statystyky. 248–252 [in Ukrainian].
- Novakovska I.O. (2018). Optymizatsiya systemy zemlekorystuvannya. Ekonomist. №3. 27–32 [in Ukrainian].
- Pohurel's'ky S. P., Martyn A. H. Formuvannya optymal'nykh spivvidnoshen' zemel'nykh uhid' yak osnova staloho pryrodokorystuvannya. Retrieved from http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/3vze/zb_m/t2/tom_2_s05_p_503_505.pdf. [in Ukrainian].
- Pysarenko P.V., Chayka T.O., Laslo O.O. (2016). Ahroekolohichni, sotsial'ni ta ekonomichni aspekty stvorennia y efektyvnoho funktsionuvannya ekolohichno stabil'nykh terytoriy : kolektyvna monohrafiya. 230 [in Ukrainian].
- Tsentral'na heofizychna observatoriya im. B.I. Sreznevs'koho, m. Kyiv. Dani temperatury povitrya za period 1812-2016. Retrieved from http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=k_klimat&f=kyiv&p=1 [in Ukrainian].
- Zavarzin G.A. (1993). Dykhaniye pochvy. Predisloviye. 3-10. RAS, Pushchino [in Russian].

SUMMARY

P. I. Trofymenko, V. V. Lyashenko, N. V. Trofimenko, O. A. Tymoshchuk. MODELING OF THE INFLUENCE OF LAND TRANSFORMATION OF UKRAINE ON THE FORMATION OF CO₂ EMISSION AND ASSIMILATION AND THE POTENTIAL OF REDUCING ITS CONCENTRATION IN THE ATMOSPHERE. *Biological Resources and Nature Managment.* 2020. 12, №1–2. P.38–46. <https://doi.org/10.31548/bio2020.01.005>

Abstract. The article presents the results of studies of the influence of land transformation of Ukraine on the formation of CO₂ emissions and assimilation and the potential of reducing its concentration in the atmosphere. The reports of Ukraine to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) from 1990 to 2015 were used.

Based on the data of correlation-regression analysis, it is established that the impact on CO₂ emission and assimilation is caused by the transformation of lands: into forests (by 83.9%), wetlands (by 54.3%), settlements (by 38.7%).

According to the results of the research, three levels of significance of the environmental impact of land transformation on the formation of CO₂ emissions are identified. Forests and wetlands are included in the 1st, arable lands and settlements in the second, other lands and pastures by the third.

Of the 75.5% of the total change in CO₂ volume, 15.3% is explained by the variation in the change in arable land; 6.6% - by changing the areas of land

converted into pastures; 41.1% by the change in the area of land transformed to settlements; 6.2% by changing the area of land transformed to other land; 6.2% is explained by changes in air temperature.

The data obtained showed that a change of the area of transformed lands by 1% for individual lands (except forests and wetlands), provided that the established transformation trends are maintained, will lead to an increase (or decrease) of CO₂ emissions: for arable land - by 22.5%; for pastures - by 23.7%; for settlements - by 38.7%; for other lands - by 23.8%. A change in air temperature of 1% (0.0879 t C), if the trends of transformation are maintained, will result in a 34.8% change in CO₂ emissions.

It is proved that air temperature is a determining component that simultaneously affects all types of land and the formation of CO₂ emissions. This factor is sufficiently influential and poorly controlled and can dramatically change the environmental situation.

Key words: land transformation, structure optimization, emission, assimilation, CO₂ concentration