Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

УДК 504: (054+056)

АНАЛІЗ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДДЯХ

О. А. Тимощук, С. Л. Шмарін
Державне підприємство «Держекоінвест»
вул. В'ячеслава Чорновола, 12, м. Київ, 01135. E-mail: timpost@ukr.net

Проведено аналіз пожеж, які відбувалися на сільськогосподарських угіддях протягом 2005-2012 рр., за результатами якого встановлено площі та визначено культури, що зазнали пошкодження, а також розраховано об'єм викидів парникових газів відповідно до Переглянутих керівних принципів 1996 р. Міжурядової групи експертів зі зміни клімату. Експериментально встановлено, що пожежі переважно відбуваються на угіддях, де вирощувалися пшениця, ячмінь та кукурудза, частка яких коливається у межах 91,2-99,9% від загальної площі, пошкодженої пожежами в Україні. Внаслідок пожеж протягом 2005-2012 рр. до довкілля потрапило 3216,5 тис. т вуглецю та 43,4 тис. т азоту. За результатами проведених розрахунків встановлено, що до атмосфери переважно надходить карбон (II) оксид, щорічні викиди якого коливаються від 13,7 до 107,1 тис. т. Викиди інших парникових газів можна вважати несуттєвими: метану – 0,5-4,1 тис. т, нітроген (I) оксиду – 0,01-0,13 тис. т, оксидів нітрогену (окрім N_2O) – 0,5-4,6 тис. т.

Ключові слова: зміна клімату, парникові гази, сільськогосподарські культури, пожежа.

АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ВСЛЕДСТВИЕ ПОЖАРОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ

А. А. Тимощук, С. Л. Шмарин
Государственное предприятие «Госэкоинвест»
ул. Вячеслава Черновола, 12, г. Киев, 01135. E-mail: timpost@ukr.net

Проведён анализ пожаров, которые произошли на сельскохозяйственных угодьях в течение 2005-2012 гг., по результатам которого определены площади и культуры, которые получили повреждения, а также рассчитан объём выбросов парниковых газов в соответствии с Перерассмотренными руководящими принципами 1996 г. Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Экспериментально определено, что пожары в основном происходят на угодьях, где выращивалась пшеница, ячмень и кукуруза, доля которых колеблется от 91,2 до 99,9% от общей площади, повреждённой пожарами в Украине. В следствие пожаров на протяжении 2005-2012 гг. в окружающую среду поступило 3216,5 тыс. т углерода и 43,4 тыс. т азота. По результатам проведённых расчётов установлено, что в атмосферу в основном поступает окись углерода, ежегодные выбросы которого колеблются от 13,7 до 107,1 тыс. т. Выбросы иных парниковых газов можно считать несущественными: метана – 0,5-4,1 тыс. т, закиси азота – 0,01-0,13 тыс. т, окислов азота – 0,5-4,6 тыс. т.

Ключевые слова: изменение климата, парниковые газы, сельскохозяйственные культуры, пожар.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Науково-технічний прогрес у державах з високим рівнем хімізації сприяє розвитку екологічно спрямованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, що найбільш яскраво проявляється у біологічній та органічній системах землеробства.

Основні їх переваги – це створення безпечної для довкілля системи землеробства, яка б забезпечувала якісною сільськогосподарською продукцією; ведення землеробства на основі максимальної реутилізації та рециркуляції всіх сільськогосподарських відходів; зниження забруднення довкілля; збереження та підвищення родючості ґрунту; підвищення рентабельності господарства [3].

Важливою особливістю таких альтернативних систем землеробства є мінімально допустимий обробіток ґрунту під усі ротаційні культури, біологізація землеробства шляхом використання нетоварної частки врожаю як органічних добрив, мульчування поверхні ґрунту післяжнивними рештками та широке застосування сидератів. Подібний напрямок розвитку землеробства вирішує важливе питання – сприяє припиненню спалюванню рослинних решток [4].

Спалювання соломи та стерні призводить до зниження родючості ґрунтів шляхом вигорання органічної речовини, втрати гумусу (згорає майже 1,3 т/га гумусу, для компенсації якого необхідно внести до 13 т/га органічних добрив) і азоту; знищення мезофауни у поверхневих шарах ґрунту, нормальне функціонування якої відновлюється не раніше ніж за 2-3 місяці. Окрім негативного впливу на стан ґрунтів, спалювання рослинних решток призводить до викидів парникових газів, що є причиною зміни клімату.

В Україні спалювання рослинних решток законодавчо заборонено, проте, внаслідок різноманітних ситуацій, на сільськогосподарських угіддях фіксуються пожежі, які призводять до викидів парникових газів.

Мета роботи – проведення аналізу наслідків пожеж, які відбувалися на сільськогосподарських угіддях України протягом 2005-2012 рр.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Україна входить до переліку держав, які підписали і ратифікували Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату та Кіотський протокол до неї, та поклали на себе зобов'язання не лише захищати кліматичну систему в ім'я сучасного та майбутнього поколінь,

але й виконувати свої обов'язки як Сторони Конвенції та Протоколу. Зокрема, Україна зобов'язалась здійснювати політику і заходи, спрямовані на боротьбу зі зміною клімату, враховуючи реальні соціально-економічні умови країни, охоплювати усі джерела і поглиначі парникових газів, а також відповідні сектори економіки.

У секторі сільського господарства, відповідно до вимог Міжурядової групи експертів зі зміни клімату, розглядається декілька джерел парникових газів, у тому числі – викиди парникових газів внаслідок спалювання рослинних решток.

У результаті згорання біомаси відбуваються викиди парникових газів прямої та опосередкованої дії. Відповідно до Кіотського протоколу Рамкової конвенції ООН зі змін клімату розглядаються викиди наступних газів [1]:

– метан (CH_4);
– карбон (II) оксид (CO);
– нітроген (I) оксид (N_2O);
– оксиди нітрогену (NO_x).

Викиди парникових газів визначаються кількістю рослинних решток, котрі згоріли внаслідок пожеж на сільськогосподарських угіддях.

Визначення об'єму викидів парникових газів здійснювали за методикою Переглянутих керівних принципів 1996 р. [1].

Для проведення відповідних розрахунків використовували відомості щодо площі, пошкодженої пожежами, та урожайність у розрізі культур. Вихідні дані були отримані з регіональних управлінь Державної служби надзвичайних ситуацій України та Державної служби статистики України.

Відповідно до методики розрахунку викидів вуглецю до атмосфери, необхідно визначити виробництво кожної культури, встановити кількість рослинних решток, що залишаються після збирання врожаю, та їх суху масу, розрахувати загальну кількість спаленої (згорілої) біомаси і кількість вуглецю, яка з цим виділяється.

Загальна формула для визначення викидів вуглецю від згорання рослинних решток на сільськогосподарських угіддях набуває наступного вигляду:

$$N_C = P \times F_{rem} \times F_{dry} \times F_{burn} \times F_{oxides} \times F_C, \quad (1)$$

де: N_C – викиди вуглецю, тис. т; P – виробництво сільськогосподарської культури, тис. т; F_{rem} – співвідношення рештки/виробництво; F_{dry} – частка сухої маси від маси решток; F_{burn} – частка біомаси, що згорає на полях; F_{oxides} – частка біомаси, що окислюється протягом горіння; F_C – частка вуглецю у сухій біомасі.

Для визначення кількості виділяємого азоту можна скористатися формулою:

$$N_N = N_C \times F_{N/C}\ , \quad (2)$$

де: N_N – викиди азоту, тис. т; N_C – викиди вуглецю, тис. т; $F_{N/C}$ – співвідношення азот/вуглець.

Розрахунки здійснюються за кожною культурою окремо і у подальшому сумуються.

Відомості щодо рослинних решток були використані з [1] (табл. 1).

Співвідношення рештки/виробництво для більшості культур було використане за замовчуванням, а для деяких – за аналогією. Так, для гречки, канарника, стоколосу безостого та ріпаку озимого був використаний коефіцієнт, аналогічний пшениці, для соняшника – аналогічний кукурудзі, а для вики ярої та люцерни – аналогічний сої.

Визначення сухої маси здійснювали шляхом перерахунку кількості рослинних решток за відповідним коефіцієнтом. Оскільки відсутні національні коефіцієнти сухої маси (від маси решток) для усіх , то, відповідно до Переглянутих керівних принципів 1996 р. [1], частку сухої маси визначали за замовченням (табл. 1). Для тих культур, відомості стосовно яких відсутні, використовували аналогічні дані (для вівса, жита, гречки, канарника, стоколосу безостого, гороху, сої, вики ярої, люцерни та ріпаку озимого використовували такі ж дані, як і для пшениці, а для соняшника – кукурудзи).

Таблиця 1 – Статистичні відомості для проведення розрахунків за рослинними рештками

Співвідношення рештки/виробництво	Суха маса (від маси решток)	Частка біомаси, яка спалюється на полях	Частка, яка окислюється під час згорання	Частка вуглецю у сухій біомасі	Співвідношення азот/вуглець
Пшениця					
1,3	0,83	1	0,9	0,4853	0,012
Ячмінь					
1,2	0,83	1	0,9	0,4567	0,012[a]
Кукурудза					
1	0,4	1	0,9	0,4709	0,02
Овес					
1,3	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,012[a]
Жито					
1,6	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,012[a]
Рис					
1,4	0,83	1	0,9	0,4144	0,014
Гречка					
1,3[a]	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,012[a]
Соняшник					
1[a]	0,4[a]	1	0,9	0,4709[a]	0,02[a]
Канарник					
1,3[a]	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,012[a]
Стоколос безостий					
1,3[a]	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,012[a]
Горох					
1,5	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,05[a]
Соя					
2,1	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,05
Вика яра					
2,1[a]	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,05[a]
Люцерна					
2,1[a]	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,05[a]
Ріпак озимий					
1,3[a]	0,83[a]	1	0,9	0,4853[a]	0,012[a]

[a] – безпосередні відомості відсутні, а тому були використані аналогічні дані відповідно до біологічно подібних видів

Оскільки національні дані щодо частки біомаси, яка згорає на полях, відсутні, то нами цей показник був визначений як одиниця (вважається, що поверхневі рештки згорають повністю).

Крім того, у розрахунках нами був використаний типовий (табл. 1) показник частки біомаси, яка окислюється протягом горіння.

Значення частки вуглецю у сухій біомасі також були використані відповідно до Переглянутих керівних принципів 1996 р. [1] (табл. 1). Варто зазначити, що овес, жито, гречка, канарник, стоколос безостий, горох соя, вика яра, люцерна та ріпак озимий прирівнювались до пшениці, а соняшник – до кукурудзи.

Для оцінки загальної кількості азоту, що вивільнюється у довкілля, використовували співвідношення азот/вуглець (табл. 1).

Оцінка викидів парникових газів відбувалася з використанням типових величин емісійного співвідношення та конверсійного коефіцієнта (табл. 2) [1].

Таблиця 2 – Емісійне співвідношення та коефіцієнти конверсії парникових газів

Парниковий газ	Емісійне співвідношення	Коефіцієнт конверсії
CH_4	0,004	16/12
CO	0,06	28/12
N_2O	0,007	44/28
NO_x	0,121	46/14

За результатами опрацювання даних, отриманих від регіональних Управлінь Державної служби надзвичайних ситуацій України встановлено, що площі сільськогосподарських угідь, які були охоплені пожежами, різні за розмірами та різко коливаються з року в рік. Так, цей показник протягом 2005-2012 рр. становив 92,5, 166,6, 116,7, 467,5, 672,3, 337,7, 488,4 та 302,0 га відповідно.

Також було відмічено, що пожежі охоплювали переважно площі, де вирощували пшеницю, ячмінь та кукурудзу. Частка площ під цими культурами, на яких відбувалися пожежі, становила переважно 91,2-99,9% (за виключенням 2006 р.) від загальної площі по Україні (рис. 1). Крім того, пожежі зрідка відбувалися на угіддях під вівсом, житом, рисом, гречкою, соняшником, канарником, стоколосом безостим, горохом, соєю, викою ярою, люцерною та ріпаком озимим.

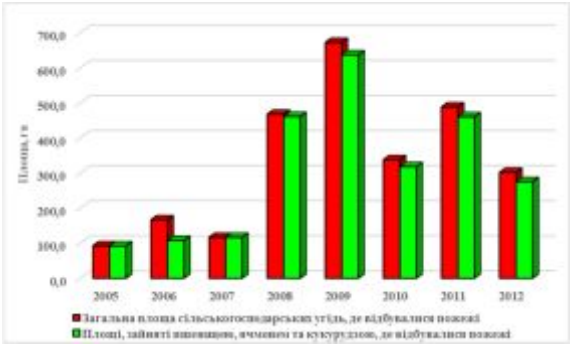

Рисунок 1 – Площа сільськогосподарських угідь, на якій відбувалися пожежі

За результатами проведених розрахунків встановлено, що внаслідок пожеж у різні роки до атмосфери потрапляло від 97,6 до 765,1 тис. т вуглецю, а азоту – від 1,3 до 11,7 тис. т (табл. 3). Варто зазначити, що в цілому за 2005-2012 рр. до атмосфери потрапило 3216,5 тис. т вуглецю та 43,4 тис. т азоту.

Таблиця 3 – Викиди вуглецю і азоту внаслідок пожеж на сільськогосподарських угіддях, тис. т

Рік	Викиди до атмосфери	
	вуглецю	азоту
2005	97,7	1,3
2006	172,8	2,2
2007	114,7	1,4
2008	701,9	8,4
2009	765,1	11,7
2010	336,6	5,3
2011	697,9	8,8
2012	329,8	4,3

У об'ємах викидів вуглецю та азоту за зазначений період, як видно із таблиці 3, відсутня чітка динаміка, що вказує на вплив різних факторів на виникнення пожеж. До таких факторів доцільно віднести метеорологічні умови кожного окремого року, які можуть сприяти виникненню пожеж; недотримання технології вирощування та збирання врожаю відповідних сільськогосподарських культур; несанкціоновані підпали; некеровані пожежі тощо.

Використовуючи щорічні об'єми викидів вуглецю та азоту, можна визначити кількість парникових газів, які потрапляють до атмосфери внаслідок пожеж на сільськогосподарських угіддях.

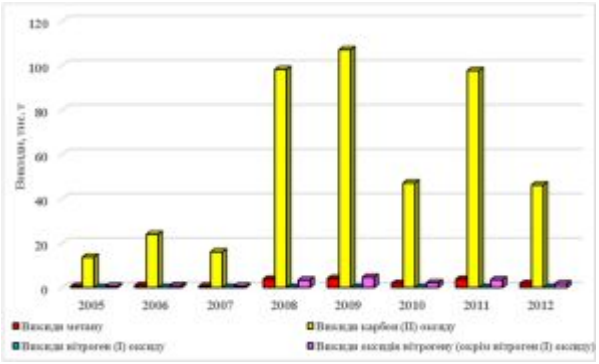

Рисунок 2 –Викиди парникових газів внаслідок пожеж на сільськогосподарських угіддях

За результатами проведених розрахунків встановлено, що найбільше в атмосферу надходять викиди (тис. т) карбон (II) оксиду. Викиди інших газів є несуттєвим (рис.2).

Так, щорічні викиди карбон (II) оксиду коливаються у межах 13,7-107,1 , метану – 0,5-4,1, нітроген (I) оксиду – 0,01-0,13, а оксидів нітрогену (окрім N_2O) – 0,5-4,6 тис. т.

Оцінку невизначеності здійснених розрахунків проводили відповідно до Керівництва з ефективної практики [2].

Джерелами невизначеностей, пов'язаних з викидами парникових газів у результаті спалювання рослинних решток, є дані регіональних управлінь

Державної служби надзвичайних ситуацій України щодо площі, пошкоджених пожежами, та відомості Державної служби статистики України про урожайність відповідних сільськогосподарських культур.

Таблиця 4 – Невизначеність коефіцієнта емісійного співвідношення, %

Найменування джерела викидів	Типове значення	Діапазон	Невизначеність
Емісійне співвідношення CH_4	0,004	0,002 – 0,006	50
Емісійне співвідношення CO	0,06	0,04 – 0,08	33,33
Емісійне співвідношення N_2O	0,007	0,005 – 0,009	28,57
Емісійне співвідношення NO_x	0,121	0,094 – 0,148	22,31

Невизначеність, пов'язана з вихідними даними, становить 5%. Невизначеність коефіцієнтів емісійного співвідношення відповідно до Переглянутих керівних принципів 1996 р. [1] наведено у таблиці 4.

Оцінка безпосередніх викидів протягом 2005-2012 рр. здійснювалась за однією методикою з однаковим ступенем деталізації.

ВИСНОВКИ.

1. Кількість пожеж у різні роки сильно варіює та залежить від некерованих або слабокерованих факторів.

2. Пожежі переважно відбуваються на сільськогосподарських угіддях, зайнятих пшеницею, ячменем та кукурудзою. Частка площ під цими культурами, на яких відбувалися пожежі, коливається переважно у межах 91,2-99,9%.

3. Внаслідок пожеж до атмосфери щорічно потрапляє від 97,6 до 765,1 тис. т вуглецю та від 1,3 до 11,7 тис. т азоту, що за 2005-2012 рр. становило 3216,5 та 43,4 тис. т речовин відповідно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2 Workbook. J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

3. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / За заг. ред. проф. М.К. Шикули. – Оранта, 1998. – 680 с.

4. Екологічні проблеми землеробства: Підручник / за ред. В.П. Гудзя. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2010. – 708 с.

ANALYSIS OF GREENHOUSE GASES BY FIRE ON AGRICULTURAL LANDS

O. Tymoshchuk, S. Shmarin
State Enterprise "Derzhekoinvest"
vul. Chornovila, 12, Kyiv, 01135. E-mail: timpost@ukr.net

Fires that occurred on agricultural lands for the 2005-2012 period were analyzed. Number of fires in different years varies greatly and depends on the poorly regulated and unregulated factors. In result, the area and values of damaged crops were determined, also in accordance with the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories it was calculated the greenhouse gas emissions amount. Experimentally determined that the fires mostly occur on lands where wheat, barley and maize, which proportions range from 91,2 to 99,9 % of the total area damaged by fire in Ukraine. As a consequence of fires over the years 2005-2012 the environment received 3216,5 thousand tons of carbon and 43,4 thousand tons of nitrigen. The results of the calculations indicated that mainly carbon monoxide, annual emissions which range from 13,7 to 107,1 thousand tons, supplies into the atmosphere. Emissions of other greenhouse gases can be considered as insignificant: methane – 0,5-4,1 thousand tons, nitrous oxide – 0,01-0,13 thousand tons, nitrogen oxides – 0,5-4,6 thousand tons.

Key words: climate change, greenhouse gases, crops, fire.

REFERENCES

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2 Workbook. J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

3. Restoration of soil fertility in soil agriculture / by the Society. eds. prof. M. Shykuly. – Orans, 1998. – 680 p.

4. Ecological problems of agriculture: Tutorial / Ed. V. Hutz. – Zhytomyr: Type of "Zhytomyr, the National University of Agriculture and Ecology", 2010. – 708 p.