

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Малахова Наталія Сергіївна

УДК 631.95

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ
ГАЗІВ В РЕЗУЛЬТАТІ ВИДОБУТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА
РІДКОГО ТА ГАЗОВОГО**

Спеціальність 101 – Екологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
магістра

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інженерної екології в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник:

кандидат технічних наук

Євтєєва Любов Іванівна

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря

Сікорського», асистент кафедри інженерної екології;

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор

Глива Валентин Анатолійович

завідувач кафедри цивільної безпеки ,

Національного авіаційного університету

Захист відбудеться «24» травня 2018 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні ДЕК кафедри інженерної екології в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, ауд. 201-22.

З дисертацією можна ознайомитися на кафедрі інженерної екології в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, ауд. 203-22.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Полягає у вирішенні проблеми скорочення викиду парникових газів відповідно до вимог ЄС, адже одним із зобов'язань в рамках Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, до якого Україна приєдналася у 2011 році, є впровадження в законодавство України положень Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 р. про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії. Кожна держава-член виконує все можливе для того, щоб частка енергії, видобутої з відновлювальних джерел, у всіх видах транспорту станом на 2020 рік дорівнювала, щонайменше 10% її кінцевого споживання у транспортному секторі. Для виконання цієї цілі враховується тільки таке біопаливо та біопаливні рідини, скорочення викидів парникових газів (діла ПГ) від використання яких складає не менше 50% починаючи з 1 січня 2017 року, а з 1 січня 2018 року не менше 60% порівняно з референтним викопним паливом.

Багато вчених займалися питанням виведення біопалива на світовий ринок, серед них можна виділити таких: І.П. Гелетука, В.Є. Андрієвський, М.М. Безуглий, Т.О. Осташко, Г.М. Калетнік, І.Г. Кириленко, М.Ю. Коденська, В.Я. Месель-Веселяк, В.І. Бойко та багато інших. У працях цих науковців було досить широко розкрито питання шляхів розвитку виробництва та реалізації біопалива, але не було розкрито відповідність європейським вимогам біопалива рідкого та газового, що призвело до ускладнення торгових відносин у цій сфері, та проблем з Договором про заснування Енергетичного Співтовариства, за яким в Україні не відбуваються встановлені Радою та Парламентом ЄС скорочення викидів ПГ.

Не дивлячись на досягнуті результати, закордонних політичних партнерів, по скороченню викидів ПГ в процесі вирощування, переробки та використання біопалива рідкого та газового, для України значення за замовчуванням не відповідають реальним показникам, тому це ускладнює процес розрахунку даних скорочень. Тому було проведено дослідження даної проблеми, а також розглянуто додатковий коефіцієнт непрямой зміни землекористування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська дисертація виконана у Інституті енергозбереження та енергоменеджменту у відповідності з тематичним планом науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – обґрунтування можливих скорочень ПГ від вирощування, транспортування та переробки сировини для виготовлення біопалива рідкого та газового, за допомогою удосконалення методики розрахунку, а також внесення в формулу додаткового коефіцієнту непрямой зміни землекористування.

Для досягнення поставленої мети в роботі визначені наступні задачі дослідження:

- Проаналізувати матеріали з даної теми, систематизувати отриману інформацію з даного питання;
- Дослідити розвиток біопалива рідкого та газового в Україні та світі, визначити стан та перспективи для розвитку даної галузі.

- Дослідити методу розрахунку скорочень ПГ, яка визначена в Директиві 2009/28/ЄС. Дослідити актуальність значень за замовчуванням та їх актуальність для України.

- Обґрунтувати викиди парникових газів, пов'язані із непрямою зміною землекористування з метою вирощування сировинних матеріалів для виробництва рідкого та газового біопалива (директива ІLUC 2013\1315).

Об'єкт дослідження – методологія розрахунку викидів ПГ від змін у землекористуванні: прямих e_1 та непрямих e_{ILUC} .

Предмет дослідження – скорочення парникових газів від вирощування та виробництва біопалива рідкого та газового.

Методи досліджень. Для розв'язання поставлених задач у магістерській дисертації використовуються сучасні методики розрахунків: директива ІLUC 2013\1315, методологія розрахунку викидів парникових газів у випадку зміни у землекористуванні (МГЗЕК, ІРСС), інструмент GNOC для підрахунку викидів ґрунтового органічного вуглецю.

Наукова новизна одержаних результатів представлена **науковим положенням**, в якому вперше було удосконалено та розраховано формулу скорочень викидів парникових газів з додаванням додаткового коефіцієнта непрямої зміни землекористування – e_{ILUC} .

Практичне значення отриманих результатів полягає в :

- Обґрунтування вибору методики розрахунку.
- Обґрунтування доцільності використання значень за замовчуванням для України та необхідності додавання коефіцієнту непрямої зміни землекористування.

Публікації. Результати роботи опубліковано в 3 наукових працях, з них 2 – у провідному фаховому виданні, 1 – в матеріалах конференцій.

Структура та обсяг роботи. Магістерська дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів та висновку, викладених на 103 сторінках машинописного тексту, у тому числі містить 14 рисунків, 12 таблиць, список використаних джерел із 51 найменувань на 8 сторінках і 5 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розглянуто актуальність обраної теми дисертації, обґрунтовано необхідність проведення наукових досліджень з вказаного напрямку, сформульовано мету і задачі досліджень, вказано на зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, визначено об'єкт і предмет досліджень, подано перелік використаних методів досліджень для досягнення поставленої в роботі мети.

У першому розділі розглянуто сучасний стан розвитку біопалива рідкого та газового в Україні та світі. А також проведено ознайомлення з документацією та нормативами для розрахунку викидів парникових газів.

Великий вклад в дослідження даного матеріалу внесли такі вчені: Кирилов Ю.Є., Рязова Т.В., Скрипниченко В.А., Прутська О.О., Гелетуха, І.П. та інші.

Основною перевагою біопалива над своїми традиційними конкурентами: нафтою, вугіллям, газом і ядерним паливом, є можливість його природного поновлення. На сьогоднішній день, біопаливо розглядається як основна альтернатива для традиційних видів пального. Ринок біопалива в Україні знаходиться на етапі свого зародження, що являється однією з основних перепон на шляху до розвитку агропромислового сектору економіки держави. Також величезною проблемою є те, що більша половина сировини з якої можна було б виготовляти біологічне пальне, спрямована на експорт у країни Європи, для забезпечення їх власних потреб. Це повинно стати тривожним сигналом для керівництва держави, адже виробництво біопалива в Україні не лише б забезпечило посилення енергетичної незалежності, а й дало поштовх для розвитку більшості галузей державної економіки.

Підвищений інтерес до виробництва біопалива спостерігається не тільки серед розвинених країн, постійно зростає тенденція до споживання біопалива (рис.1). Країни Південно-Східної Азії, що особливо залежать від імпорту нафти, також зацікавлені в організації виробництва альтернативних видів палива. Для країн Азії виробництво біодизеля стало стратегічно важливою галуззю. Україна продовжує залишатися на узбіччі світового руху до альтернативних джерел енергії. На державному рівні у 2005-2010 рр. прийнято нормативно-організаційні документи, спрямовані на розвиток виробництва та споживання біопалива в країні.

Розвиток біопалива суттєво уповільнює недосконалість нормативно- правової бази. Результатом цього є зменшення інвестицій у цю сферу та низький рівень конкурентоспроможності приватних підприємств монополістів з виробництва та постачання альтернативних енергоносіїв. Невирішеним є також питання заборони розміщення та будівництва установок, необхідних для отримання відновлювальних джерел енергії. Третьою важливою перешкодою є загальна ситуація на ринку.

Незважаючи на переваги, які дає аграрному сектору, а також усьому людству, розвиток ринку біопалива викликає неоднозначне розуміння. Ряд вчених вважають, що за великими масштабами виробництва біопалива з сільськогосподарських культур можливі відчутні негативні наслідки для продовольчого забезпечення і сталого розвитку сільського господарства. Це пояснюється тим, що з наростаючою продовольчою кризою в світі цей альтернативний сільськогосподарський напрям, розвиток якого останнім часом отримав істотний політичний і економічний стимул,

викликав багато дискусій. У нещодавній доповіді Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО) "Стан справ у сфері продовольства і сільського господарства" зазначається, що необхідно провести поглиблені дослідження щодо ролі біопалива в забезпеченні продовольчої і енергетичної безпеки. За останні роки виробництво біопалива з сільськогосподарської продукції зросло в 3 рази.

Споживання біопалива в ЄС та частка енергії в автомобільному транспорті

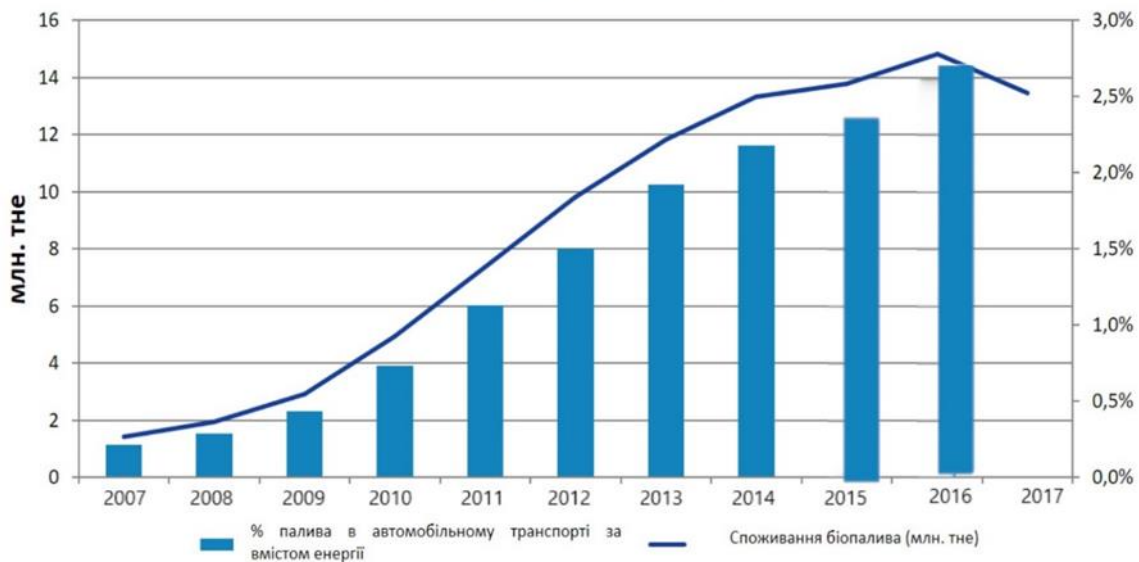


Рисунок 1 – Споживання біопалива в ЄС

Стимулювання виробництва біопалива в більшості країн світу здійснює уряд за рахунок виділення в значних розмірах субсидій, при його споживанні на законодавчому рівні діє система податкових пільг та заохочень. Становлення та розвиток біопаливної індустрії здійснюється на засадах державного регулювання, прийняттям відповідних законів, постанов і програм, серед яких головними є: Кіотський протокол Рамкової Конвенції ООН, «дорожня карта», Зелена книга ЄС «Про безпеку енергопостачання», Біла книга ЄС «Енергія майбутнього у відновлюваних джерелах енергії», Директива 2001/77/ЄС – сприяє розширенню виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії, Директива 2003/30/ЄС – стимулює використання біологічного палива або відновлюваних видів палива у транспортному секторі, Директиви 2003/54/ЄС і 2003/54/ЄС – визначають принципи функціонування ринку, які забезпечували б вільну конкуренцію, розвиток компаній та інтереси споживачів, Директива 2003/96/ЄС – скасовує оподаткування біопалива в країнах-членах ЄС та запровадження системи податкових знижок, пільг і дотацій для того, щоб сприяти виробництву й розвитку цієї галузі сільського господарства та Директива 2009/28/ЄС – про стимулювання використання відновлюваної енергії та внесення змін і наступної заміни Директив 2001/77/ЄС і 2003/30/ЄС.

Україна, як аграрна держава, має значний потенціал для розвитку власного ринку біопалива, що є надзвичайно важливим фактором в умовах нестабільної світової економіки, та росту цін на традиційні енергоносії. Для удосконалення процесу виробництва біопалива в Україні потрібно:

- провести удосконалення державної політики у галузі енергозбереження та використання поновлювальних джерел енергії, що дозволить зменшити частку видобувних енергоносіїв у паливному балансі країни;
- сформуванню законодавчу та нормативну базу, а також гармонізувати їх із відповідними законами та нормами європейських країн;
- забезпечити розвиток плідної співпраці між українськими та зарубіжними працівниками в галузі, для здійснення постійного обміну знаннями та досвідом.
- створення системи заохочень господарським суб'єктам у вигляді дотацій та субсидій для стимулювання виробництва та споживання біологічного пального.

У другому розділі розглядаються опції та можливі шляхи вирішення проблеми скорочення парникових газів від виробництва та використання біопалива.

Опція 1. Використання відходів та залишків у якості сировини для виробництва біопалива та біорідин. Ця ідея є найкращою, оскільки гарантовано забезпечує дотримання критеріїв стабільності з низькими викидами парникових газів у атмосферу (див. Рисунок 2.1). Проблема полягає в тому, що на ринку поки що обмаль комерційно виправданих технологічних та логістичних рішень для використання відходів та залишків для виробництва біопалива та біорідин.

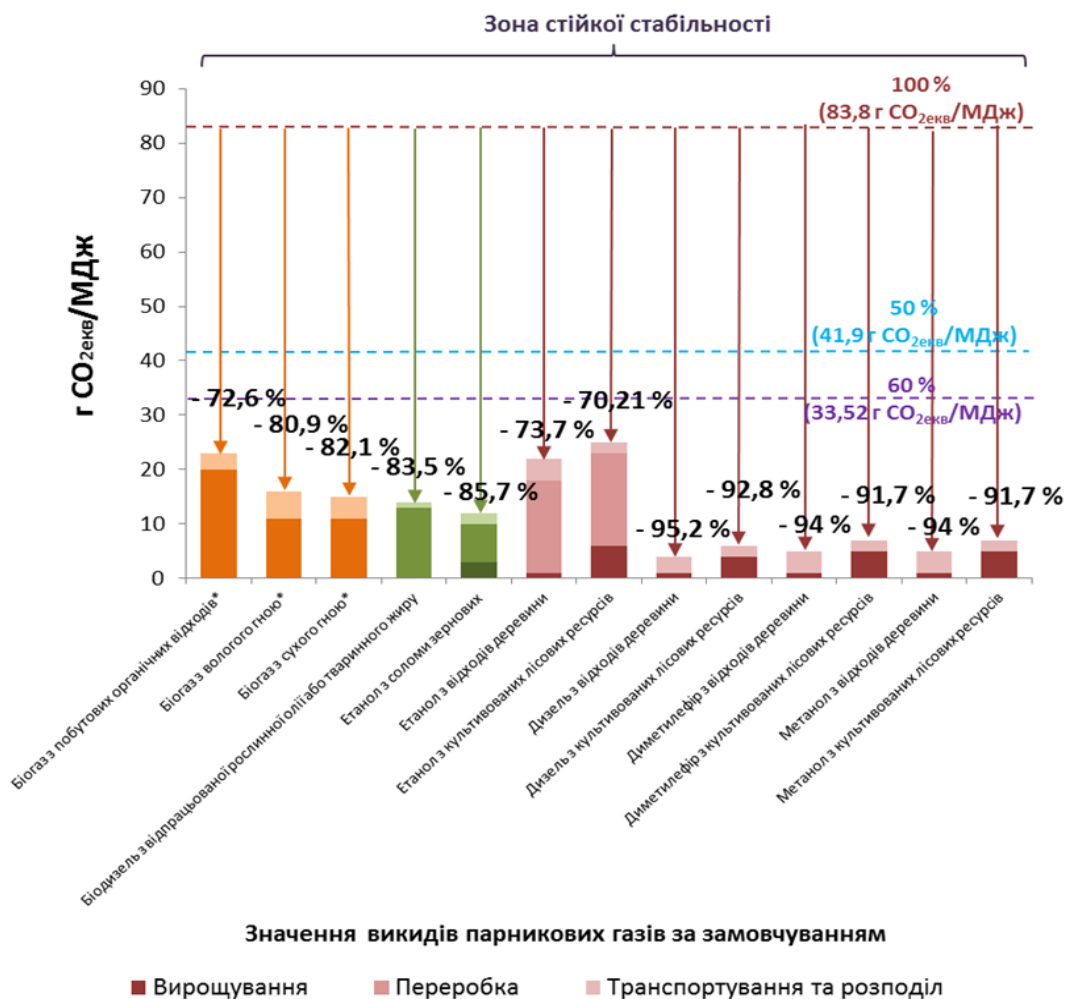


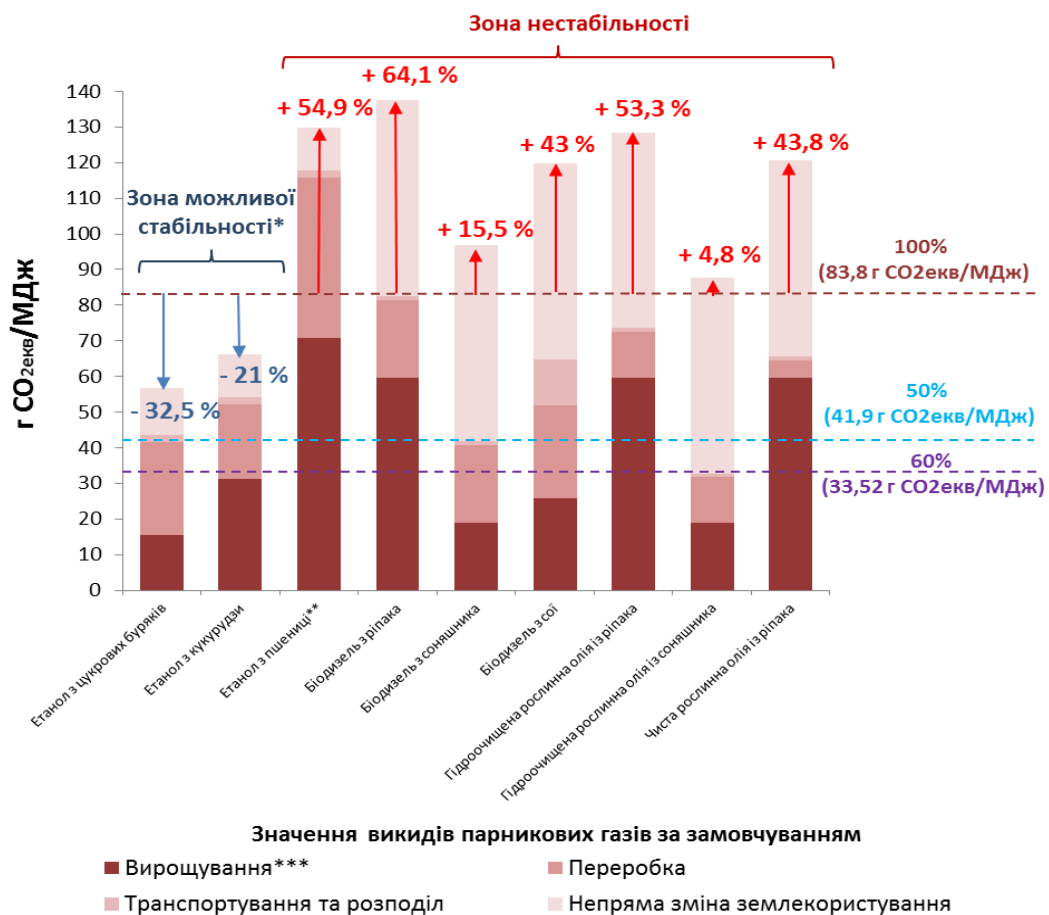
Рисунок 2.1 – Потенційне скорочення парникових газів для виробництва біопалива

та біорідин з відходів за замовчуванням для основних видів сировини в Україні

Виробництво біопалива та біорідин з органічних відходів та гною має свої складнощі та може задовольнити лише локальні ринки, не претендуючи на широкомасштабне виробництво у національному масштабі. Тому для України найбільш перспективними видами відходів залишається солома та рослинні відходи, які можуть бути рекомендовані для виробництва біопалива та біорідин

Опція 2. Змішування біопалива. Ця опція, як і попередня, вимагає детальнішого технічного дослідження на предмет можливості такого змішування з урахуванням дотримання також стандартів щодо якості палива не завдаючи при цьому шкоди автомобілям. Для прикладу, біоетанол з соломи забезпечує скорочення викидів на рівні 85,7 відсотків від компаратору викопного палива на рівні 83,8 г $\text{CO}_2\text{екв}/\text{МДж}$. Водночас, біоетанол з кукурудзи по замовчуванню з урахуванням непрямого землекористування забезпечує 34,4 відсотка скорочень викидів. Змішуючи ці види біопалива у різній пропорції можливо досягати скорочення викидів навіть на рівні 60% в порівнянні з викопним паливом і, таким чином, дотриматись критеріїв стабільності.

Опція 3. Поступове підвищення урожайності вирощування українських культур.



* Вимагає використання певних інструментів підтримки

** Технологічне паливо при переробці не зазначене (в залежності від використаного палива змінюється значення викидів парникових газів для переробки)

*** З врахуванням українських значень врожайності енергетичних культур

Рисунок 2.2 – Потенційне скорочення парникових газів для біопалива та біорідин

за замовчуванням з урахуванням непрямих земельних аспектів та українських значень урожайності для основних видів енергетичних культур в Україні

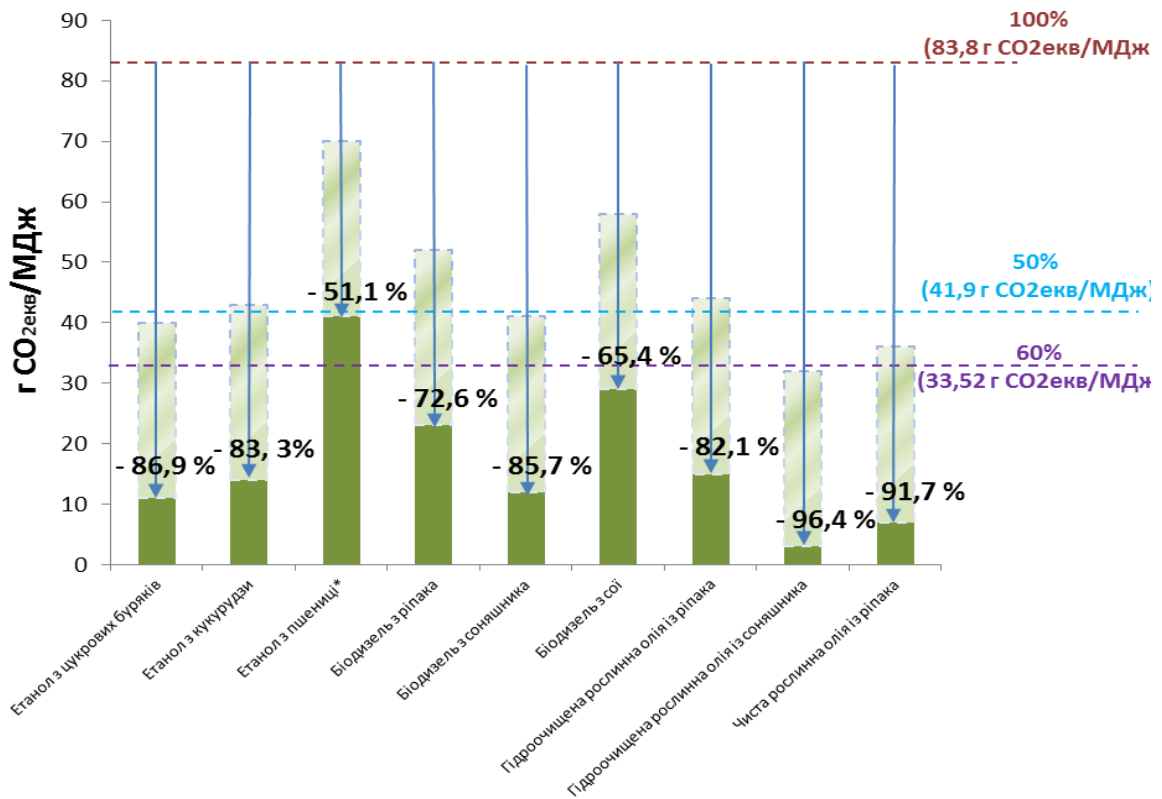
Як видно з Рисунку 2.2 лише два види традиційного біопалива теоретично можуть забезпечити скорочення викидів парникових газів у атмосферу – це виробництво біоетанолу з кукурудзи та цукрового буряку. Решта ж видів біопалива, у разі їх виробництва та використання, призводитиме до збільшення викидів парникових газів у атмосферу. Така різюча відмінність обумовлена тим, що фактор непрямого землекористування є в приблизно в 4 рази вищим для олійних культур, аніж для крохмалевих культур. Проте і для олійних культур в Україні характерна нижча урожайність у порівнянні з європейськими показниками, що також погіршує для України позиції щодо дотримання критерію стабільності зі скорочення викидів парникових газів у атмосферу.

Викиди CO₂ в результаті вирощування сировини в Україні для більшості аграрних підприємств є вищими, аніж дані по замовчуванню, що використовуються в Додатку V Директиви 2009/28/ЄС, як зазначалось раніше. Лише передові аграрні підприємства мають можливість дотриматись критеріїв стабільності за рівних однакових умов (внесення однакової кількості добрив, пестицидів тощо).

Опція 4. Вирощування «ризикових» біопаливних культур на деградованих землях. Збільшити скорочення викидів парникових газів для вирощування біопаливних культур можна досягти шляхом використання деградованих земель. Методологія розрахунку викидів ПГ, наведена в Директиві 2009/28/ЄС передбачає надбавку 29 г CO_{2екв}/МДж для біопалив та біопаливних рідин, вироблених з біомаси, що вирощена на відновлених деградованих землях. На Рисунку 2.3 показано як зміниться ситуація щодо досягнення скорочення викидів від виробництва біопалива/біорідин, якщо використовувати цю надбавку. Слід враховувати, що використання деградованих земель означає пряму зміну землекористування (LUC), а тому до загального обсягу викидів парникових газів не включені показники по замовчуванню для непрямого землекористування.

Загалом в Україні деградовані та малопродуктивні ґрунти займають п'яту частину ріллі (6,5 млн. га). До таких земель належать вироблені та деградовані родовища корисних копалин, землі з підвищеною кислотністю чи засоленістю, забруднені хімічними речовинами радіонуклідами та важкими металами та ін.

Всі ці деградовані землі є перспективними для вирощування енергетичних культур через можливі скорочення викидів ПГ для виробництва біопалива та біорідин за рахунок цього не відбувається витіснення площ вирощування кормових та харчових культур (непряма зміна землекористування) та при цьому надається відповідний бонус 29 г CO_{2екв}/МДж на зниження викидів. Але в цьому випадку варто враховувати викиди внаслідок змін у запасах вуглецю спричинених прямою зміною землекористування. Для виснажених еродованих земель вміст вуглецю в ґрунті є невеликим і не призведе до його значних викидів, але для інших деградованих земель можливий великий вміст ґрунтового вуглецю. Але при цьому варто враховувати, що викиди внаслідок прямої зміни землекористування розподіляються на 20 років і тому вони не будуть нести значний вплив на загальне скорочення викидів ПГ.



Значення викидів парникових газів за замовчуванням

- Бонус 29 г CO₂екв/МДж від вирощування на деградованих землях
- Скорочення викидів без врахування змін землекористування

* Технологічне паливо при переробці не зазначене (в залежності від використаного палива змінюється зн викидів парникових газів для переробки)

Рисунок 2.3 Потенційне скорочення парникових газів для біопалива та біорідин за замовчуванням з урахуванням бонусу від вирощування на деградованих землях для основних видів енергетичних культур в Україні

Вирощування енергетичних культур на деградованих землях є ризикованим з точки зору зменшення врожайності, що в свою чергу веде до збільшення викидів ПГ на кожний МДж енергії, отриманої з біопалива/біорідини, що вироблені з цієї сировини. Це збільшення викидів може на етапі вирощування перевищувати звичайні показники у півтора рази (консервативне припущення) і відповідно зміняться показники викидів парникових газів для України.

Опція 5. Використання практики компенсуючого висаджування лісу для скорочення викидів парникових газів у атмосферу.

Постійне збільшення площ орних земель за рахунок природних луків і лісів веде до значних викидів парникових газів (прямих з ґрунту), а також скорочується кількість поглинутого з атмосфери CO₂, особливо за рахунок вирубування лісів. Нинішня політика, яка передбачає скорочення викидів за рахунок заміщення викопних видів палив біопаливом/біорідинами 1-го покоління спричиняє додатковий попит на землю для виробництва біомаси, що значно збільшує тиск на природні екосистеми і веде до їх перетворень, причому викиди, що спричиняє

біопаливо/біорідина, біомаса для яких вирощена на перетворених лісових угіддях в більшості випадків будуть вищими, ніж для викопного палива.

Лісові землі акумулюють велику кількість вуглецю в ґрунті, а також поглинають його з атмосфери в процесі свого росту. Причому стале належне управління лісовим господарством дає можливість отримувати деревину, використання якої може замінити більш вуглецеємні джерела енергії та будівельні матеріали. Тому захист і розширення лісових площ за рахунок збереження земель, а також належної практики ведення лісового господарства, необхідні для досягнення цілей щодо скорочень викидів ПГ.

Опція 6. Використання практики уловлення вуглецю та його підземного зберігання чи заміни. Директивою 2009/28/ЄС враховується скорочення викидів ПГ спричинених використанням сучасних технологій з уловлювання та зберігання вуглецю при виробництві біопалива та біорідин, які запобігають його викидам в атмосферу шляхом уловлювання, транспортування та закачування до підземного сховища для постійного безпечного зберігання або подальше його використання в промисловості шляхом заміни викопного вуглецю.

Опція 7. Покращення практики сільськогосподарського менеджменту для накопичення вуглецевих запасів в ґрунті. Згідно з Додатком V Директиви 2009/28/ЄС досягти зменшення викидів можна шляхом кращої практики сільськогосподарського управління, яка сприятиме накопиченню вуглецю в ґрунті.

Сільськогосподарська діяльність безпосередньо виробляє і випускає близько 10-12% від атмосферних викидів ПГ таких як CO_2 , CH_4 , N_2O . При перетворенні природних екосистем в сільськогосподарські землі відбувається значна втрата ґрунтового органічного вуглецю, головним чином, у вигляді CO .

Вирощування енергетичних культур при традиційному способі ведення сільськогосподарства спричиняє значні ґрунтові викиди вуглецю, що потім впливає на загальне скорочення викидів ПГ від виробництва біопалива/біорідини. Використання покращеної практики сільськогосподарського менеджменту дозволяє скорочувати викиди ПГ, шляхом накопичення вуглецю в ґрунті, а також покращує агрофізичні властивості ґрунту, не допускаючи його деградації.

Опція 8. Використання біомаси для енергетичних потреб на переробних підприємствах. Викиди від переробки біомаси на підприємствах включають викиди від виробництва енергії (палива), що використовується власне для переробки, відходи та втрати і виробництво хімічних речовини чи продуктів які використовуються в процесі переробки. Причому, основну частину викидів складають викиди від використання енергії технологічного палива, в залежності від його виду. Як приклад, виробництво етанолу з зернових на етапі переробки біомаси з використанням бурого вугілля як технологічного палива на станціях когенерації спричиняє викиди $45 \text{ г CO}_{2\text{екв}}/\text{Мдж}$, а при використанні соломи в цьому ж процесі викиди становлять $1 \text{ г CO}_{2\text{екв}}/\text{Мдж}$. Якщо ж враховувати викиди від всіх етапів виробництва етанолу з зернових, шляхом використання біомаси як технологічного палива при переробці можна досягти скорочень викидів у порівнянні з викопним нафтовим паливом до 69%.

Використання соломи для прямого спалювання на підприємствах з переробки є одним зі способів скорочення викидів ПГ від виробництва біопалива/біорідин.

Солома, як і біомаса в цілому, є нейтральним паливом, тобто споживання CO₂ з атмосфери в процесі росту зернових культур відповідає викидам в атмосферу при спалюванні соломи. Враховуючи додаткові викиди CO₂, які відбуваються при зборі, транспортуванні і підготовці соломи для спалювання, фактичне зниження викидів при заміні вугілля, що спалюється в котлі становить близько 90%.

Нижче в Таблиці 2.1 представлені певні види біомаси, яка може бути використана в якості палива на підприємствах з переробки з мінімальними викидами ПГ в результаті їх підготовки (висушування, транспортування та ін.) до використання при виробництві біопалива/біорідини.

Таблиця 1

Енергетичні характеристики різних видів біомаси

Вид біомаси	Вологість*, %	Теплота згорання,		Об'ємна густина*, кг/м ³	Енергетична густина, кВт·год/м ³
		вища**	нижча*		
Трава	18	5,1	3,8	200	750
Кора	50	5,6	2,3	320	727
Зернові	15	5,2	4,0	175	703
Тирса	50	5,5	2,2	240	538
Солома озимої пшениці	15	5,2	4,0	120	482

*Розрахунок по масі вологої сировини

**Розрахунок по масі сухої сировини

Окрім прямого спалювання біомаси, можливе також отримання енергії тваринного та частково рослинного походження у вигляді біогазу. Викиди від виробництва даних видів біопалива на 70-80% менші в порівнянні з нафтовим паливом.

В третьому розділі розглянуто вимоги стабільності щодо землекористування при вирощуванні сировини для біопалива.

Великомасштабне виробництво і споживання біопалив/біорідин призвело до стурбованості з приводу стабільності цієї форми поновлюваних джерел енергії. Основними факторами використання біопалива/біорідин є небажана зміна землекористування (LUC) для вирощування енергетичних культур, що може включати вирубку лісів, перетворення природних луків, а також загального збільшення площі розорюваних земель. Тому Директива № 2009/28/ЄС містить унікальну схему стабільності для біопалива/біорідини щодо землекористування

Вимоги стабільності, викладені в статті 17 Директиви № 2009/28/ЄС щодо землекористування:

1. Біопаливо/біорідини не повинні бути виготовлені з матеріалу, що отриманий із земель з підвищеним значенням для біологічної різноманітності (стаття 17 (3));

2. Біопаливо/біорідини не повинні бути виготовлені з матеріалу, що отриманий з земель із високими вуглеводними запасами (стаття 17 (4));

3. Біопаливо/біорідини не повинні бути виготовлені з матеріалу, отриманого з осушених торф'яних земель, якщо раніше ці землі не були осушені (стаття 17 (5)).

У Таблиці 2 наведені типи земель з високим рівнем біорізноманіття. В Таблиці 3 наведені типи земель з високими запасами вуглецю, включаючи торфовища. З таких земель не може бути отримана сировина для виробництва біопалива/біорідини відповідно до Директиви 2009/28/ЄС.

Таблиця 2

Землі з високим біологічним різноманіттям: вимоги Директиви 2009/28/ЄС

Категорія земель	Умови, за якими землі можуть використовуватись	Стаття Директиви 2009/28/ЄС
Одвічні ліси та інші та інші лісові насадження	-	Стаття 17(3)(а)
Ділянки, визначені для цілей охорони природи законом або відповідним компетентним органом	Якщо виробництво вихідної сировини не заважає цілям охорони природи	Стаття 17(3)(b)
Області захисту рідкісних, що знаходяться під загрозою зникнення екосистем або видів, визнаних міжнародними угодами або включені в списки, складені міжурядовими організаціями або IUCN, за умови їх схвалення ЄС	Якщо виробництво вихідної сировини не заважає цілям охорони природи	Стаття 17(3)(b)
Природні луки з високим біологічним різноманіттям	-	Стаття 17(3)(с)
Неприродні луки з високим біологічним різноманіттям	Якщо збирання сировини необхідне для збереження статусу луків	Стаття 17(3)(с)

Таблиця 3

Землі з високими запасами вуглецю, включаючи торфовища: вимоги Директиви 2009/28/ЄС

Категорія земель	Умови, за якими землі можуть використовуватись	Стаття Директиви 2009/28/ЄС
Водно-болотні угіддя	Якщо статус не змінився	Стаття 17(4)(а)
Постійні лісові масиви	Якщо статус не змінився	Стаття 17(4)(b)
Непостійні лісові масиви	Може використовуватись але обов'язкове включення викидів парникових газів від зміни землекористування в розрахунки викидів парникових газів отриманого біопалива, відповідно до методології, викладеної в Додатку V і Рішенні ЄС про керівні принципи розрахунків запасів вуглецю землі для цілей застосування V Директиви 2009/28 / ЄС.	Стаття 17(4)(с)
Торф'яні землі	Якщо культивування та збір сировини не передбачає осушення раніше неосушеного ґрунту	Стаття Директиви 2009/28/ЄС

Тобто, відповідно до Директиви 2009/28 ЄС суб'єкти економічної діяльності повинні надавати інформацію, щодо статусу земель, на яких була отримана сировина для виробництва біопалива/біорідини з січня 2008 року. Для визначення статусу земель необхідно користуватися якісними джерелами даних, які нададуть достовірну інформацію. Джерела даних, які використовуються для визначення статусу земельної ділянки відповідно вимогам Директиви 2009/28 ЄС.

У таблиці 4 наведено огляд основних глобальних геопросторових джерел даних. Вона підсумовує основні характеристики джерел даних, які описано в вище і вказують, якою мірою джерело інформації може бути використаний для забезпечення дотримання цілей Директиви 2009/28/ ЄС і які основні обмеження геопросторових джерел даних для цієї мети (що необхідно буде вирішувати за допомогою альтернативних джерел інформації).

Таблиця 4

Приклади глобальних джерел даних для визначення типу землекористування/оцінки земельного покриття

Назва	Рік	Просторова роздільна здатність	Класи	Доступ/Посилання
GLOBCOVER	2005 (Дані 2004-2006)	300 м	Система класифікації земельного покриття ООН (LCCS) 23 глобальні класи, додаткові регіональні класи	http://ionial.esrin.esa.int/ Bicheron, P. et al. 2008. GLOBCOVER: Products Description and Validation Report. MEDIAS France, Toulouse, 47 p.
Global Land Cover 2000 (GLC 2000)	2000	1000 м	Система класифікації земельного покриття ООН (LCCS)	http://bioval.jrc.ec.europa.eu/ Bartholome, E. M. and Belward, A. S., 2005, GLC2000 a new approach to global land cover mapping from Earth Observation data, International Journal of Remote Sensing 26:1959 – 1977
Boston MODIS Land Cover Products	2000-2007	500м – 1км	UMD, IGBP 17 класів	http://www-modis.bu.edu/landcover/ Friedl, M.A. et. al. 2010, MODIS Collection 5 global land cover: algorithm refinements and characterization of new datasets, Remote Sensing of Environment 114: 168–182
Google Earth	Різний	0.1 – 30 м	Жоден	http://earth.google.com/

Глобальну оцінку лісових ресурсів проводить FAO кожні 5 років. Ці оцінки зроблені на основі національних рівнів країн, використовуючи методологію та рекомендації, представлені FAO. У доповіді FAO наводяться графіки та зведені таблиці лісового покриття для країн і регіонів. Геопросторові дані на основі звіту не є

легкодоступними для визначення одвічних лісів, проте вони можуть бути отримані шляхом контактування з FAO або відповідним національним органом.

Програма FAO Національна Оцінка лісових ресурсів підтримує розвиток товарно-матеріальних запасів у ряді країн по всьому світу. Сайт лісового господарства FAO надає посилання на визначені матеріальні запаси для країн світу.

Таблиці 5 та 6 наводять статистичні дані FAO щодо лісових ресурсів України на 2015 рік .

Таблиця 5

Протяжність лісів та інших лісових земель

Категорії	Площа(1000 га)
Ліс	9,575
Інші лісові землі	41
Ліс і інші лісові землі	9,616
Інші землі	48,319
з яких дерева займають	907
Загальна площа земельної ділянки вкрита лісом	57,935
Загальна площа країни	60,370

Таблиця 6

Характеристики лісів та інших лісових земель

Категорії	Площа(1000 га)	
	Ліс	Інші лісові землі
Одвічний ліс	59	0
Модифікований природний ліс	4,729	20
Напівприродний ліс	4,399	20
Продуктивні площі	81	0
Площі, що охороняються	307	0
Всього	9,575	41

Райони, визначені законом або відповідними компетентними органами з метою охорони природи, як правило, відомі як райони, що охороняються. Для їх оцінки використовується наступне визначення: райони, що охороняються – чітко визначений географічний простір, який управляється за допомогою правових або інших ефективних засобів для досягнення довгострокового збереження природи екосистемних послуг і культурних цінностей.

Області для охорони природи, призначені відповідними компетентними органами, визнаються в Директиві 2009/28/ЄС. Визначення компетентних органів, які регулюють охорону природи в тій чи іншій країні залежить від національних законів і правил щодо охоронних територій . Охоронювані території також можуть бути призначені неурядовими організаціями та/або приватними особами, і часто – але не завжди – приймається відповідним компетентним органом.

Керівництво IUCN включає в себе шість категорій управління районів, що охороняються на глобальному рівні, які наведені в Таблиці 7 нижче.

Таблиця 7

Категорії управління районів, що охороняються IUCN

Категорія	Назва	Опис
Ia	Природний заповідник	Територія, що охороняється, головним чином з наукових цілей.
Ib	Площа дикої природи	Територія, що охороняється, головним чином для охорони дикої природи
II	Національний парк	Територія, що охороняється, головним чином для захисту екосистеми і відпочинку
III	Пам'ятка природи	Територія, що охороняється, головним чином для збереження конкретних природних особливостей
IV	Область управління/ місце проживання	Територія, що охороняється, головним чином для збереження за допомогою втручання управління
V	Охоронюваний ландшафт/морський пейзаж	Територія, що охороняється, головним чином для збереження ландшафту/морського пейзажу і відпочинку
VI	Територія управління ресурсами.	Територія, що охороняється, головним чином з метою сталого використання природних екосистем

Відповідно до Директиви 2009/28/ЄС, такі ділянки не можуть бути використані в якості джерел сировини для виробництва біопалива/біорідини але для економічних операторів можливе використання земель, що охороняються, якщо при цьому зберігаються або підвищується біорізноманіття території. Це особливо актуально для категорій охоронних територій V-VI, де стале управління природними ресурсами є одним із пріоритетів.

В четвертому розділі запропоновано удосконалення формули розрахунку викидів ПГ з врахуванням непрямої зміни землекористування

Парникові гази, що утворюються протягом життєвого циклу виробництва біопалива, порівнюються з тими, що з'являються у результаті використання викопного палива. Отримана різниця свідчить про потенціал біопалива до скорочення викидів парникових газів.

Передумовою до такого порівняння є підрахунок викидів парникових газів на кожному етапі виробництва біопалива, враховуючи вирощування сировини (та зміни землекористування, якщо таке відбулося), переробку біопалива, транспортування та розподіл.

Це означає, що кожен виробник має передати інформацію про викиди парникових газів у процесі виробництва покупцю його продукції. Виробники можуть це зробити, використовуючи визначені значення за замовчуванням або реальні значення. Оскільки використання значень за замовчуванням не завжди можливе, у цьому додатку наведено пояснення, як розраховуються викиди парникових газів на основі фактичних значень. Методика встановлює приблизні

рамки та допускає певну гнучкість у застосуванні різних підходів для впровадження певних положень.

Скорочення викидів парникових газів, що отримуються в результаті використання рідкого та газового біопалива порівняно з референтним викопним паливом (нафтове паливо визначення згідно стандарту EN), обчислюється згідно Директиви 29 відповідно до формули (1):

$$\text{СКОРОЧЕННЯ}=(E_F-E_B)/E_F \quad (1)$$

де:

E_B – всього викидів від рідкого або газового біопалива;

E_F – всього викидів від референтного викопного палива.

Методологія розрахунку викидів ПГ наводиться у Додатку V Директиви 29/2008/ЄС. Згідно з нею викиди парникових газів в результаті виробництва та використання рідкого та газового біопалива обчислюються відповідно до формули(2):

$$E = e_{ec} + e_1 + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr} - e_{ee} \quad (2)$$

де:

e – загальне значення викидів в результаті використання біопалива;

e_{ec} – викиди в результаті видобування або вирощування сировини для виробництва біопалива;

e_1 – розраховані на річній основі викиди внаслідок змін у запасах вуглецю, спричинених змінами у використанні земель;

e_p – викиди внаслідок переробки сировини у біопаливо;

e_{td} – викиди внаслідок транспортування та розподілу сировини та біопалива

e_u – викиди внаслідок застосування біопалива;

e_{sca} – скорочення викидів, спричинених накопиченням вуглецю в ґрунті, завдяки кращому сільськогосподарському управлінню;

e_{ccs} – скорочення викидів, спричинених уловлюванням та підземним зберіганням вуглецю;

e_{ccr} – скорочення викидів, спричинених уловлюванням та заміщенням вуглецю;

e_{ee} – скорочення викидів, спричинених надмірним виробництвом електроенергії в рамках спільного виробництва електричної та теплової енергії.

Викиди парникових газів в результаті виробництва та використання біопалива (E) виражені у перерахунку на грами еквіваленту CO_2 на МДж біопалива ($g\ CO_{2екв}/МДж$).

Парниковими газами є гази: CO_2 , N_2O , CH_4 . З метою обчислення еквівалентності CO_2 викиди необхідно перерахувати з використанням потенціалів глобального потепління (3).

$$m(\text{CO}_{2\text{екв}}) = m(\text{CO}_2) + \text{GWP}_{\text{CH}_4} \cdot m(\text{CH}_4) + \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \cdot m(\text{N}_2\text{O}) \quad (3)$$

де:

GWP – потенціали глобального потепління відповідних речовин, значення яких наведені в таблиці нижче:

Таблиця 8

Потенціали глобального потепління відповідних речовин,

Найменування	Позначення	Коефіцієнт
Двоокис вуглецю	CO ₂	1
Оксид азоту	N ₂ O	296
Метан	CH ₄	23

Проте методологія, що наведена в Директиві 2009/28 ЄС описує загальний процес утворення викидів ПГ від виробництва та використання біопалива, але не дозволя зробити відповідний підрахунок викидів та їх скорочень.

Тому для розрахунку слід використовувати європейський стандарт EN 16214(4 частину), який наразі прийнятий в Україні методом підтвердження (без перекладу) і без пристосування до реалій виробництва біопалива, включно з станом транспортування, вирощування сировини в Україні та ін.

Стандарт EN 16214 розроблений для європейського виробництва, враховує найкращі технології і містить велику кількість коефіцієнтів, які враховувати для України буде некоректним, оскільки значення викидів ПГ для українського виробництва у більшості випадків буде значно вищим. І застосування цього стандарту в Україні несе за собою велику кількість досліджень для встановлення коефіцієнтів характерних для України.

У цій роботі для розрахунку у зв'язку з відсутністю українських значень коефіцієнтів використовувались європейські, зазначені у методології ISCC 205.

Розрахунок викидів ПГ від видобування та виробництва біопалива з врахуванням змін, які вносяться Директивою ІLUC. Тобто формула розрахунку викидів ПГ від видобування та виробництва біопалива виглядатиме наступним чином (4):

$$E = e_{ec} + e_l + e_{ILUC} + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr} - e_{ee} \quad (4)$$

де:

e_{ILUC} – розраховані на річній основі викиди внаслідок змін у запасах вуглецю, спричинених непрямими змінами у використанні земель.

Приймаючи до уваги Директиву (ЄС) 2015/1513, яка вносить поправки до Директиви 2009/98/ЄС додатково враховуються викиди вуглецю від непрямой зміни землекористування. Середнє значення цих викидів для зернових культур наведено в Директиві (ЄС) 2015/1513, і становить 12 г CO_{2екв}/МДж.

Розрахунок ґрунтових викидів N₂O здійснений за допомогою онлайн-інструменту GNOC.

В табл. 9 надається коротке резюме розрахунку за програмою Biograce.

Питомі викиди від вирощування кукурудзи (без перерозподілу енергії)

	Викиди		
	гСО _{2екв} /МДж/етанолу	гСО _{2екв} /кг кукурудзи	гСО _{2екв} / га рік
Дизельне паливо	4,86	37,67	252,4
N-добриво	17,44	135,12	905,3
СаО-добриво	0	0	0
К ₂ О-добриво	0,18	1,38	9,3
Р ₂ О ₅ -добриво	0,31	2,42	16,2
Пестициди	0,96	7,41	49,6
Ґрунтові викиди N ₂ O	13,61	105,41	706,3
Всього	37,36	289,42	1900,4

ВИСНОВКИ

В дисертації, яка є завершеною науково-дослідною роботою, поставлена та вирішена актуальна задача, яка полягає у визначенні актуальності використання європейських значень за замовчуванням, для України, для розрахунку скорочень парникових газів. Також внесення додаткового коефіцієнта непрямой зміни землекористування, який не враховується в європейських стандартах та Директивах.

1. Виконано розрахунки по визначенню скорочень ПГ – загальне скорочення викидів очікується на рівні 39% (з ІLUC). Без врахування ІLUC це скорочення сягає 52%. При значенні викидів парникових газів при спалюванні викопних палив 90,3 г СО_{2екв}/МДж скорочення викидів досягає 35%, що є достатнім на даний час. Але не досягає 50% та 60%, що передбачено в Директиві 2009/28/ЄС для найближчих років. Тому необхідно покращити виробничі процеси при вирощуванні кукурудзи для зменшення викидів парникових газів в атмосферу на 60% (з 2018 року).

2. Визначено, що найбільш доступним та мало витратним методом обчислення впливу біопалива, біопаливних рідин та референтного викопного палива на ПГ є використання для обчислення значень за замовчуванням, які не потребують додаткового обґрунтування, особливого розрахункового інструменту та наведені безпосередньо у Додатку V ДВДЕ. Результати таких обчислень приймаються, як релевантні в країнах ЄС, та можуть бути використані у національному звіті України щодо використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, зокрема, у транспорті. Головним недоліком методу розрахунку з використанням значень за замовчуванням є консервативний характер цих значень, які використовують завищені (найбільші) значення викидів ПГ для деяких або всіх етапів процесу виробництва будь-якого виду біопалива, що погіршує кінцеві показники впливу біопалива (біопаливних рідин) на ПГ та зменшує загальний ефект від використання біопалива в деяких випадках до межі доцільності його виробництва та використання за умов скорочення викидів порівняно з референтним викопним паливом у відповідності до вимог ДВДЕ (з 1 січня 2018 року не менше 60% порівняно з

референтним викопним паливом), що значно погіршить можливості щодо виконання національних зобов'язань.

3. Встановлено, що коефіцієнт непрямой зміни землекористування погіршує, і так низький, показник скорочення ПГ, але його врахування є обов'язковим, для усвідомлення всієї картини викидів.

4. Розглянуто опції та можливі шляхи вирішення проблеми скорочення парникових газів від вирощування до використання біопалива рідкого та газового. Особливу увагу варто приділити першій, другій та сьомій опції, які є реальними для України і можуть збільшити скорочення парникових газів від вирощування та виробництва біопалива рідкого та газового.

СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ КОНФЕРЕНЦІЯХ

Публікації у наукових фахових виданнях

1. Євтеєва Л.І. Застосування деградованих земель для вирощування «ризикових» біопаливних культур з метою збереження лісів. / Л. І. Євтеєва, Н. С. Малахова // Всеукраїнська науково-практична конференція «Відтворимо ліси разом», 5-7 березня: [збірник тез / за заг. ред. д.п.н., професора В.В. Вербицького]. – Київ, «НЕНЦ», 2018. – 41 с.

2. Євтеєва Л.І. Опції щодо скорочення викидів парникових газів у атмосферу в наслідок виробництва та використання біопалива/біорідин / Л. І. Євтеєва, Н. С. Малахова // X-міжнародній науково-технічній конференції «Енергетика. Екологія людини», 26-27 квітня – Київ, НТУ ім.Сікорського «КП», 2018.

3. Євтеєва Л.І. Вирощування біопаливних культур на деградованих землях України /Л.І. Євтеєва, Н.С. Малахова // 12-а ВВПКМУіС "Екологічна безпека держави", 19 квітня – Київ, «НАУ», 2018 – 149 ст

АНОТАЦІЯ

Малахова Н. С. Удосконалення методики розрахунку викидів парникових газів в результаті видобутку та використання біопалива рідкого та газового – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 101 – Екологія. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України. – Київ, 2018.

Дисертацію присвячено вивченню питання доцільності використання для України значень за замовчуванням, які представлені в Директиві 2009/28/ЄС, впровадженню методології розрахунку викидів ПГ від змін у землекористуванні: прямих e_1 та непрямих e_{1+2} .

У роботі проведено аналіз розвитку біопалива рідкого та газового в Україні та світі, визначено поточний стан та перспективи розвитку галузі. Здійснено оцінку європейської методології підрахунку викидів парникових газів, які утворюються в результаті виробництва біопалива. Поставлено задачі визначення відповідності європейської методології підрахунку викидів парникових газів умовам виробництва

біопалива в Україні та удосконалення методики з метою наближення її для українського виробництва у відповідності до останніх досліджень у галузі біопалива.

Для розв'язання поставлених задач у магістерській дисертації було оцінено законодавство України у галузі біопалива та досліджено європейське законодавство, а також розглянуто наукові роботи та методології підрахунку викидів парникових газів. Зокрема: Директива 2013\1315 (Директива ILUC), методології розрахунку викидів парникових газів Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЗЕК), програма GNOC для підрахунку викидів ґрунтового органічного вуглецю. Було здійснено оцінку скорочення викидів парникових газів з і без врахування непрямой зміни землекористування.

Практичне значення роботи полягає в застосуванні рекомендованих методичних положень для сертифікації продукції (біопалива рідкого та газового) з метою його постачання на європейський ринок.

Ключові слова: біопаливо рідке та газове, Директива 2009/28/ЄС, парникові гази, скорочення викидів ПГ, коефіцієнт непрямой зміни землекористування, Директива ILUC 2013\1315, МГЗЕК (IPCC), інструмент GNOC, опції по скороченню парникових газів.

АННОТАЦІЯ

Малахова Н. С. Совершенствование методики расчета выбросов парниковых газов в результате добычи и использования биотоплива жидкого и газового - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени магистра по специальности 101 - Экология. - Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» МОН Украины. - Киев, 2018.

Диссертация посвящена изучению вопроса целесообразности использования для Украины значений по умолчанию, которые представлены в Директиве 2009/28 / ЕС, внедрению методологии расчета выбросов ПГ от изменений в землепользовании: прямых e_1 и косвенных e_{ILUC} .

В работе проведен анализ развития биотоплива жидкого и газового в Украине и мире, определены текущее состояние и перспективы развития отрасли. Осуществлена оценка европейской методологии подсчета выбросов парниковых газов, которые образуются в результате производства биотоплива. Поставлена задачи определения соответствия европейской методологии подсчета выбросов парниковых газов условиям производства биотоплива в Украине и усовершенствование методики с целью приближения ее для украинского производства в соответствии с последними исследованиями в области биотоплива.

Для решения поставленных задач в магистерской диссертации было оценено законодательство Украины в области биотоплива и исследованы европейское законодательство, а также рассмотрены научные работы и методологии подсчета выбросов парниковых газов. В частности, Директива 2013 \ 1315 (Директива ILUC), методологии расчета выбросов парниковых газов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЗЕК), программа GNOC для подсчета

выбросов почвенного органического углерода. Была проведена оценка сокращения выбросов парниковых газов с и без учета косвенного изменения землепользования.

Практическое значение работы состоит в применении в рекомендованных методических положениях для сертификации продукции (биотоплива жидкого и газового) с целью его поставки на европейский рынок.

Ключевые слова: биотопливо жидкое и газовое Директива 2009/28/ЕС, парниковые газы, сокращение выбросов ПГ, коэффициент косвенной изменения землепользования Директива ILUC 2013 \ 1315, МГЗЕК (IPCC), инструмент GNOC, опции по сокращению парниковых газов.

ABSTRACT

Malakhova N. S. Perfection of the methodology for calculation of greenhouse gas emissions as a result of extraction and use of biofuels of liquid and gas - Manuscript.

Thesis for a master's degree in specialty 101 - Ecology. - National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky" MES of Ukraine. - Kiev, 2018.

The thesis is devoted to the study of the expediency of using default values for Ukraine, which are presented in Directive 2009/28/EC, the implementation of the methodology for calculating GHG emissions from land use changes: direct e_1 and indirect e_{ILUC} .

The work analyzes the development of liquid and gas biofuels in Ukraine and the world, determines the current state and prospects for the development of the industry. An assessment of the European methodology for calculating greenhouse gas emissions, which are generated as a result of biofuel production, is carried out. The task is to determine the conformity of the European methodology for calculating greenhouse gas emissions to biofuel production conditions in Ukraine and to improve the methodology in order to bring it closer to Ukrainian production in accordance with the latest research in the field of biofuel.

To solve the tasks set in the master's thesis, the legislation of Ukraine in the field of biofuel was evaluated and European legislation was studied, and scientific works and methodologies for calculating greenhouse gas emissions were considered. In particular, the 2013/1315 Directive (ILUC Directive), the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) methodology for calculating greenhouse gas emissions, the GNOC program for calculating soil organic carbon emissions. An estimate was made of the reduction in greenhouse gas emissions from and without taking into account indirect land use change.

The practical significance of the work consists in applying the recommended methodological provisions for the certification of products (biofuel liquid and gas) for the purpose of its supply to the European market.

Keywords: biofuel liquid and gas Directive 2009/28/EC, greenhouse gases, GHG emission reduction, indirect land use change ratio ILUC 2013\1315, IPCC, GNOC tool, options for reducing greenhouse gases.

Малахова Наталія Сергіївна

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ
ГАЗІВ В РЕЗУЛЬТАТІ ВИДОБУТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА
РІДКОГО ТА ГАЗОВОГО**

101 – Екологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
магістр