

КАПИТЕЛ 6 / CHAPTER 6⁶

ECOLOGICAL LOGISTICS IN THE PROCESSES OF RESTORATION OF CATTLE BREEDING IN THE DEOCCUPIED TERRITORIES OF UKRAINE

DOI: 10.30890/2709-2313.2024-35-00-003

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Відновлення скотарства на деокупованих територіях України є одним із ключових завдань післявоєнного відродження аграрного сектору країни. Воєнні дії завдали значних збитків інфраструктурі, природним ресурсам і тваринницьким господарствам, що призвело до зниження продуктивності, втрати поголів'я худоби та деградації екосистем. У цьому контексті постає нагальна проблема розробки та впровадження ефективних механізмів екологічної логістики для відновлення скотарської галузі з дотриманням принципів сталого розвитку. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю створення логістичних систем, які не тільки відновлюють виробничі процеси, а й мінімізують екологічні ризики. Деокуповані території часто характеризуються пошкодженою інфраструктурою, забрудненими ґрунтами і водними ресурсами, що створює додаткові виклики для скотарства. Важливим завданням стає забезпечення екологічної безпеки транспортування, зберігання та переробки продукції, а також впровадження технологій, що дозволяють зменшити негативний вплив на довкілля. Наукове завдання полягає у розробці нових підходів до управління логістичними процесами в умовах післявоєнної відбудови. Це включає оптимізацію логістичних маршрутів, впровадження екологічно чистих технологій транспортування, створення ефективних систем утилізації відходів тваринництва, а також розробку механізмів контролю за якістю та безпекою продукції. Науково-практична значущість проблеми полягає у необхідності адаптації міжнародного досвіду до українських реалій з урахуванням специфіки регіонів, що постраждали від бойових дій.

⁶Authors: Korniietskyi Alexander, Orel Volodymyr, Reznik Nadiia

Number of characters: 66647

Author's sheets: 1,67



Практичне завдання полягає у створенні дієвих логістичних моделей, які б забезпечили відновлення скотарських підприємств та підвищили їх конкурентоспроможність на ринку. Особливу увагу слід приділити впровадженню систем моніторингу та управління ресурсами, що дозволяють контролювати екологічний стан територій та запобігати подальшому забрудненню. Рациональне використання природних ресурсів і відновлення родючості ґрунтів є ключовими елементами сталого розвитку регіону. Таким чином, вирішення проблеми екологічної логістики у процесах відновлення скотарства на деокупованих територіях України вимагає комплексного підходу, що поєднує наукові дослідження, практичні рішення та інноваційні технології. Це сприятиме не лише відновленню економічного потенціалу аграрного сектору, а й забезпечить сталий розвиток регіонів, що мають стратегічне значення для країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тема екологічної логістики у контексті відновлення аграрного сектору, зокрема скотарства, на деокупованих територіях України активно обговорюється серед науковців, державних установ та міжнародних організацій. В останні роки дослідження зосереджені на кількох ключових напрямках, пов'язаних із відновленням інфраструктури, зменшенням екологічних ризиків та впровадженням сталих логістичних систем. Дослідження у галузі екологічної логістики наголошують на важливості оптимізації логістичних процесів для мінімізації негативного впливу на довкілля. За даними праць українських та зарубіжних вчених, зокрема О. Савчука та Л. Петрової, впровадження «зелених» логістичних рішень у сільському господарстві дозволяє зменшити витрати ресурсів і покращити ефективність перевезень. Важливими елементами екологічної логістики є використання енергоефективного транспорту, впровадження технологій переробки відходів та моніторинг екологічного стану територій.

Дослідження, опубліковані Інститутом агроєкології та природокористування НААН України, підкреслюють необхідність створення нових логістичних систем на деокупованих територіях. Зокрема, акцент робиться



на адаптації до нових умов ведення господарства та інтеграції екологічних стандартів у логістичні процеси. У статтях В. Ковальчука зазначено, що відновлення інфраструктури потребує врахування екологічних ризиків, пов'язаних із забрудненням ґрунтів і води внаслідок бойових дій. Важливим джерелом для дослідження є публікації, присвячені міжнародному досвіду відновлення сільського господарства у постконфліктних регіонах, таких як Балкани чи Ірак. Наприклад, дослідження Організації Об'єднаних Націй з продовольства та сільського господарства (FAO) вказують на ключову роль екологічно чистої логістики в процесі відновлення агросектору. Застосування міжнародних стандартів, таких як ISO 14001, може бути адаптоване до українських реалій для забезпечення екологічної стійкості процесів.

Останні публікації українських науковців, таких як І. Гнатюк та А. Мельник, акцентують увагу на необхідності впровадження систем моніторингу екологічної безпеки в скотарстві. Важливим аспектом є контроль за якістю кормів і води, що постачаються у регіони, де бойові дії могли спричинити забруднення. Ці дослідження підкреслюють важливість логістичних стратегій для відновлення довіри споживачів до продукції з деокупованих територій. У публікаціях останніх років значну увагу приділено використанню цифрових технологій для управління логістичними ланцюгами. Наприклад, застосування геоінформаційних систем (ГІС) дозволяє ефективно планувати маршрути транспортування та контролювати стан екосистеми. Аналіз останніх досліджень показує, що екологічна логістика є ключовим фактором у відновленні скотарства на деокупованих територіях України. Вона забезпечує сталий розвиток, сприяє мінімізації негативного впливу на довкілля та створює умови для ефективного використання ресурсів. Подальші наукові дослідження повинні зосередитися на адаптації міжнародного досвіду до українських умов, розробці практичних рекомендацій для аграрних підприємств і вдосконаленні нормативно-правової бази.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Головна мета статті – підкреслити важливість та ефективність інтеграції екологічних та логістичних



заходів для відновлення й сталого розвитку скотарства на деокупованих територіях України. За допомогою логістичного підходу до екологічних проблем скотарського виробництва надані дієві практичні рекомендації до їх вирішення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Впровадження логістичних рішень у сфері екологічних питань скотарського виробництва допомагає знизити негативний вплив на довкілля, зберігаючи природні ресурси та підтримуючи економічну ефективність господарств. На деокупованих територіях України такі рішення є ще більш актуальними та складними через численні проблеми, пов'язані з відновленням екосистем, очищенням забруднених земель та поверненням до нормального функціонування сільськогосподарських процесів, зокрема скотарства.

Екологічна логістика скотарства – це складна система управління процесами, спрямованими на мінімізацію впливу скотарського виробництва на навколишнє середовище. Вона включає планування, організацію, контроль та управління екологічно безпечними методами утилізації відходів, раціональне використання природних ресурсів та підтримку екологічного балансу в деокупованих регіонах. На цих територіях принципами екологістики скотарства є відновлення ґрунтів та пасовищ, контроль за утилізацією відходів, зменшення забруднення вод та повітря, а також використання інноваційних технологій для раціонального використання ресурсів. Реалізація цих принципів дозволяє скотарським господарствам працювати екологічно ефективно, зменшуючи негативний вплив на природу та покращуючи економічні показники через оптимізацію витрат та ресурсів.

Сало Я.В. зазначає наступне, що «відходи, які виникли у процесі виробництва та реалізації продукту, та їх утилізація збільшують вартість товару, і не мають ніякої цінності для споживача. Тому, чим більше відходів на підприємстві, тим нижча його рентабельність. Використання принципів екологістики надають додаткові переваги серед конкурентів через скорочення складової, пов'язаної з відходами по собівартості одиниць запасів» [1].

Відновлення ґрунтів та пасовищ на деокупованих територіях є ключовим



елементом для забезпечення екологічної безпеки та ефективного розвитку скотарства. Кожен вибух снаряду на полі утворює вибухову хвилю в ґрунті і його хімічне забруднення. Наслідки вибухової хвилі – утворення вирв, ущільнення ґрунтів, знищення рослинності та загибель ґрунтової фауни. Все це спричиняє зміну гідролітичного режиму та руйнування структури ґрунту і, зрештою, провокує ерозію ґрунту та опустелювання. У зброї та вибухових речовинах використовуються хімічні сполуки, які не піддаються біологічному розкладанню та забруднюють ґрунт і поверхневі води. У значних кількостях до ґрунту потрапляють пально-мастильні матеріали, зокрема й надтоксичне ракетне паливо. Металеві уламки також є небезпечними для довкілля. Для виробництва оболонки боєприпасів зазвичай використовують чавун із домішками сірки та міді. Мідь – важкий метал, і деякі її сполуки можуть бути токсичними та впливати на функціонування живих організмів. Забруднення важкими металами, як зазначають фахівці компанії AgriLab, залишається на десятки років. У ґрунт також потрапляють такі метали як хром, миш'як, ртуть, нікель, цинк і кадмій. Загалом, через бойові дії та мінування території у 2022 р. сільгоспвиробники не могли використовувати близько 30 % полів для посіву (що сягало 5 млн га); у 2023 р. 25 % посівних площ були непридатними для використання [2].

Такі забруднення ґрунтів можуть спричинити серйозну загрозу для здоров'я тварин і людей через можливе потрапляння токсинів у харчовий ланцюг. Для розв'язання цієї проблеми екологічна логістика пропонує наступні заходи:

1. Основним пріоритетом в цьому переліку є видалення боєприпасів, мін та інших вибухонебезпечних предметів, які становлять загрозу для людей і тварин. Це забезпечує безпечний доступ до земель для подальшого їх використання у сільському господарстві.

2. Необхідно проводити регулярні хімічні дослідження для визначення вмісту важких металів, радіоактивних речовин та інших небезпечних елементів. Такий моніторинг допомагає встановити рівень забруднення, розробити план відновлення земель та оцінити їхню придатність для скотарства.

3. Після виявлення забруднень ґрунти очищують за допомогою спеціальних



технологій, які можуть включати як нейтралізацію хімічних речовин, так і фізичне видалення токсинів, залишених після бойових дій. До таких технологій відносяться:

- біоремедіація – це використання мікроорганізмів для розкладання або нейтралізації токсичних речовин у ґрунті, такі як пестициди або нафтопродукти;
- застосування хімічних сполук для перетворення небезпечних речовин на менш шкідливі або стабільні форми, що не завдають шкоди довкіллю;
- екскавація ґрунтів – забруднений шар ґрунту видаляється механічним шляхом і утилізується або обробляється за межами території;
- фіторемедіація – використання рослин для поглинання важких металів або токсичних речовин через кореневу систему, після того, як рослини абсорбують забрудники, їх збирають і утилізують;
- термічне знешкодження – підігрів ґрунтів до високих температур для випаровування або руйнування токсичних речовин, зокрема органічних забруднювачів;
- електрокінетичне очищення – використання електричних полів для переміщення іонів забруднювачів (металів) через ґрунт до електродів, де їх можна видалити або нейтралізувати;
- стабілізація та іммобілізація – додавання речовин, які зв'язують токсини або важкі метали, перетворюючи їх у форми, які не можуть мігрувати через ґрунт або забруднювати водні ресурси.

4. Покращення біорізноманіття через відновлення природної флори та фауни відіграє важливу роль для випасу худоби. Одним із важливих заходів є створення захисних смуг і лісонасаджень, що не тільки допомагають відновити місцеві екосистеми, але й сприяють зменшенню ерозії ґрунтів. Це також сприяє поліпшенню кліматичних умов на локальному рівні завдяки регулюванню вологості, зменшенню температурних коливань та підвищенню якості повітря.

5. Для відновлення ґрунтів використовуються методи органічного землеробства, які передбачають відмову від використання хімічних добрив і



пестицидів. Ці речовини можуть значно погіршити стан земель, які вже зазнали впливу бойових дій, збільшуючи ризик забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Натомість, використання наступних методів сприяє природному відновленню родючості ґрунтів:

- Компостування (компостування є більш традиційним і доступним методом управління органічними відходами. Гній та інші органічні відходи можуть бути перетворені на екологічно чисті добрива, які можна використовувати для поліпшення структури ґрунтів, зменшуючи залежність від мінеральних добрив. Цей процес також допомагає уникнути викидів метану, які зазвичай виникають при розкладанні органічних відходів без доступу до кисню.

Створення локальних систем компостування може бути економічно вигідним для дрібних аграрних господарств. Організовані на рівні сіл чи аграрних комплексів системи компостування дозволять утилізувати відходи тваринництва з мінімальними витратами і отримувати високоякісне добриво для відновлення сільськогосподарських угідь.

- Зелене добриво. Стосується рослин, які вирощують, а потім заорюють під ґрунт для додавання поживних речовин. Звичайні покривні культури включають конюшину, горох і вику, які фіксують азот і підвищують родючість ґрунту.
- Сівозміна. Практика сівозміни для запобігання виснаженню ґрунту та контролю шкідників. Щороку чергуючи різні культури на певній ділянці, аграрні господарства можуть зменшити кількість шкідників і підтримувати здоров'я ґрунту [3].

Органічне землеробство не тільки допомагає уникнути додаткового екологічного навантаження, але й сприяє відновленню природного балансу екосистем. що є критично важливим для довготривалого відновлення скотарства на постраждалих територіях.

Очищення та утилізація відходів на деокупованих територіях є також важливим аспектом екологічної логістики, який спрямований на охорону



довкілля та мінімізацію шкідливого впливу відходів тваринництва. Внаслідок бойових дій на цих територіях зібралась значна кількість таких відходів, як гній, залишки кормів та інші органічні матеріали. Якщо їх не утилізувати належним чином, це може спричинити забруднення водних джерел, ґрунтів та атмосферного повітря. Екологічна логістика передбачає створення технологій для переробки відходів скотарства, таких як гній, на органічні добрива. Головною тенденцією в розвитку цих технологій в останні роки є їх спрощення з метою забезпечення високої експлуатаційної надійності та зниження матеріальних, енергетичних ресурсів, робочої сили та ін. У зв'язку з цим спостерігається все більше відмов від схем багатоступінчастої біологічної обробки рідкого гною, а рекомендується застосування підпільних гноєсховищ, компостування гною тощо [4].

Однією з головних проблем технологій переробки гною є недостатньо повне знезараження і дегельмінтизація висококонцентрованих стоків підприємств в результаті їх механобіологічної очистки, що викликає необхідність додаткового знезараження відходів [5]. Ряд технологій зберігання і обробки гною здійснюють в приміщеннях для утримання тварин. Використання спеціального обладнання, розміщеного в приміщеннях для переробки гною забезпечує ряд переваг у порівнянні з відкритими майданчиками, в тому числі зменшує залежність процесу від сезонних факторів та погодних умов, дозволяє сформувати організовані водні і повітряні відводи (викиди), підвищити рівень автоматизації виробничих процесів [6]. Перспективними технологіями обробки та утилізації гною на сьогодні є метанове збродження і компостування, хоча вони ще залишаються енергозатратними, а для їх широкого використання потрібні подальші дослідження з метою їх удосконалення та здешевлення. Значної уваги на сьогодні також заслуговують системи зберігання, обробки і утилізації гною з використанням під підлогових гноєсховищ [7].

Підготовлені таким чином знезаражені відходи стають поживними речовинами для ґрунту. Такі добрива сприяють підвищенню родючості земель та забезпечують екологічно безпечне сільське господарство.



Біогазові технології є ще одним ефективним методом утилізації тваринних екскрементів, що дозволяє не лише переробляти органічні відходи, але й отримувати енергію у вигляді газу. Це значно знижує залежність від викопних палив. Для успішної реалізації біогазових проектів важливо стимулювати виробництво електроенергії з біогазу, отриманого не лише з біомаси, а й зі спеціально вирощеної рослинної сировини.

Поряд із виробництвом електроенергії доцільно впроваджувати технології виробництва біометану для заміщення природного газу або для більш ефективного використання біогазу при комбінованому виробництві електроенергії та тепла. Крім цього, впровадження цих технологій буде зменшувати обсяги викидів парникових газів, що утворюються під час традиційного зберігання гною.

Але впровадження біогазових технологій залишається справою лише флагманів АПК, що мають власні ресурси для роботи в умовах слабого фінансового ринку і відсутності інвестицій [8]. Тому важливо розглядати можливість спільного використання біогазових установок декількома аграрними підприємствами або для деокупованих територій – під безпосередньою координацією запропонованого центрального регіонального центра логістики скотарства. Такий підхід дозволить знизити витрати на встановлення і обслуговування систем, зробить їх доступнішими для малих господарств, а також забезпечить більший обсяг виробленої енергії.

Біогазові установки потребують спеціалізованого обладнання для збору, переробки та утилізації біогазу. Вартість таких установок залежить від їх потужності та може коливатися від кількох сотень тисяч до мільйонів євро. Крім того, для реалізації таких проектів необхідні фахівці, які допоможуть адаптувати установки до конкретних умов регіону та типу сировини. Витрати на інфраструктуру включають будівництво біореактора, встановлення трубопроводів, електричних систем та інших компонентів.

Хоча початкові інвестиції в біогазові установки можуть бути значними, вони забезпечують значні економічні вигоди в довгостроковій перспективі.



Особливо актуальним впровадження біогазових технологій є саме для деокупованих територій, де необхідно відновлювати енергетичну інфраструктуру та вирішувати проблему утилізації відходів. У таких регіонах є можливість при підтримці створеного центрального регіонального центра логістики скотарства залучати міжнародні гранти та державні субсидії для реалізації цих проектів.

Водні ресурси є запасами поверхневих і підземних вод, що знаходяться у водних об'єктах і використовуються або можуть бути використані. До водних об'єктів належать скупчення вод на поверхні суші у формах її рельєфу або у надрах, що має межі, об'єм та риси водного режиму (річки та водосховища на них, канали, болота, льодовики, озера, ставки та інші водойми) [9]. Військові дії часто призводять до значного погіршення екологічної ситуації з водними ресурсами. На деокупованих територіях їх відновлення стає ще одним важливим завданням, адже забезпечення населення чистою водою є пріоритетом для забезпечення життєдіяльності регіону та захисту здоров'я людей. Для розробки стратегії очищення води слід провести детальну оцінку стану водних ресурсів, оскільки під час війни могли статися пошкодження інфраструктури, розливи пального або інших хімічних речовин, що потрапили у водойми. Необхідно провести аналізи води на наявність важких металів, токсичних сполук, хімікатів і біологічних забруднювачів. Розробити стратегії на регіональному рівні для відновлення та очищення води.

На деокупованих територіях відновлення або створення природних фільтрів, таких як водно-болотні угіддя та лісові екосистеми, можуть ефективно очищати забруднену воду. Важливо також запровадити методи фіторемедіації, коли певні рослини здатні абсорбувати та нейтралізувати шкідливі речовини у воді та ґрунті.

Відновлення природних екосистем, таких як ліси, луки та водно-болотні угіддя будуть слугувати природним бар'єром для поширення забруднення й допоможуть стабілізувати водний баланс на рівні району деокупованої території.

У регіонах, де забруднення досягло критичного рівня, необхідно



встановлювати сучасні системи очищення води. Це можуть бути як стаціонарні установки, так і мобільні очисні станції для швидкого реагування в місцях з обмеженим доступом до водних ресурсів. Біологічні, хімічні та фізичні методи очищення допоможуть знизити концентрацію токсичних речовин і покращити якість питної води.

У регіонах, де руйнування інфраструктури призвели до скупчення стічних вод або забруднення водоносних шарів, необхідно відновлення дренажних систем та забезпечення контролю над рівнем ґрунтових вод. Це допоможе запобігти поширенню забруднення через поверхневі води та забезпечить швидке виведення забруднюючих речовин.

Постійний моніторинг якості води на деокупованих територіях є необхідним для вчасного виявлення нових джерел забруднення та контролю за станом водойм. Особливості реалізації моніторингу стану водних ресурсів визначені у ст. 8 «Моніторинг стану поверхневої і ґрунтової води і захищені зони» Водної рамкової директиви (Директива № 2000/60/ЄС), відповідно до якої країни ЄС здійснюють нагляд за станом води у межах кожного району басейну ріки, зокрема У країнах ЄС стан поверхневих водних об'єктів визначають за такими напрямками:

- 1) для поверхневих вод такі програми охоплюють:
 - об'єм і рівень або швидкість потоку в межах, достатніх для визначення економічного і хімічного стану та економічного потенціалу;
 - екологічний і хімічний стан, екологічний потенціал;
- 2) для ґрунтових вод такі програми охоплюють моніторинг хімічного і кількісного стану [10].

У країнах ЄС стан поверхневих водних об'єктів визначають за такими напрямками:

- 1) екологічний статус, що характеризується насамперед станом біологічних елементів та оцінюється за п'ятьма класами: «відмінний», «добрий», «задовільний», «поганий» та «дуже поганий»;
- 2) хімічний статус, який розкривається за допомогою пріоритетних



забруднювачів (важких металів та органічних речовин, які є токсичними для живих організмів) й оцінюється за двома класами: «добрий» та «неспроможний досягти доброго».

Безперервний моніторинг за водними об'єктами забезпечують автоматизовані системи контролю якості води, завдяки яким формуються інтерактивні карти моніторингу водних ресурсів, що надає повну та своєчасну інформацію стейкхолдерам про стан водних ресурсів [11]. В Україні у дії впровадження європейських підходів у сфері моніторингу водних ресурсів, що задекларовано затвердженням у 2019 р. «Порядком здійснення державного моніторингу вод» [12], відповідно до якого діагностичний, операційний і дослідницький моніторинги здійснюються за басейновим принципом за визначеними показниками [13] та згідно зі встановленою періодичністю.

Комплексний підхід, що включає природні методи очищення, сучасні технології та європейські стандарти моніторингу якості води, дозволить мінімізувати ризики забруднення і сприятиме довгостроковому відновленню природних екосистем на деокупованих територіях України.

Після визволення українських територій відновлення скотарства буде також додатково стикатися з низкою викликів, одним із яких є обмежений доступ до водних ресурсів. Потреба у воді включає для скотарських господарств наступні ключові напрями:

- Вода необхідна для щоденного поїння тварин, забезпечуючи їхнє здоров'я, зростання та продуктивність.
- Окрім тварин, вода потрібна для підтримки кормових культур, які вирощують на пасовищах, а також для догляду за інфраструктурою ферм.

Пошкодження водопостачальних систем створює серйозні труднощі для доступу до необхідних обсягів води, що вимагає пошуку альтернативних інноваційних методів управління водними ресурсами. Такі методи можуть включати системи збору дощової води, забезпечення постійного доступу до чистої води та практики повторного використання водного ресурсу.

1. Впровадження систем збору та використання дощової води є одним із



ключових рішень для зменшення навантаження на основні водопостачальні системи. Такі системи можуть бути встановлені на дахах будівель або господарських споруд і використовуватися для поїння худоби або поливу кормових культур. Це дозволить зменшити використання води з центрального водопостачання, знижуючи тиск на відновлювані системи та забезпечуючи більш сталий доступ до водопостачання.

2. Постійний доступ до чистої води є життєво важливим для худоби. Чиста вода без домішок або забруднень необхідна для підтримки здоров'я тварин, їхньої продуктивності та запобігання поширенню хвороб. У разі обмеженого доступу до природних джерел необхідно встановлювати мобільні або тимчасові системи очищення води. Це дозволить фермерам використовувати навіть доступні, але не повністю безпечні джерела води, попередньо їх очищуючи для потреб господарства.

3. У процесі логістичного управління скотарськими господарствами можливо реалізовувати практики повторного використання води. Наприклад, воду, що використовується для очищення приміщень або обладнання, можливо очищувати та повторно застосовувати для технічних потреб або охолодження тварин. Це допоможе мінімізувати втрати водних ресурсів і забезпечить раціональне їх використання, особливо в умовах дефіциту.

4. Впроваджуючи ці заходи, треба пам'ятати, що «вода є природним ресурсом, що має економічну вартість». Вартість водних ресурсів залежить від собівартості для подавання водокористувачам і витрат на відтворення водних ресурсів після їх використання. Платежі за водні ресурси мають покривати витрати на реалізацію економічно та екологічно обґрунтованих заходів для сталого водокористування повноцінними водними ресурсами. Вартісні показники платежів мають сприяти раціональному водокористуванню та охороні водних ресурсів [14]. Тому раціональне використання води забезпечує:

- зменшення витрат на її закупівлю та транспортування;
- позитивний вплив на екологічну ситуацію шляхом зниження навантаження на природні джерела води, що сприяє відновленню



екосистем, особливо на територіях, що постраждали від війни.

Оскільки скотарські господарства, що відновлюються, можуть бути розташовані на територіях із пошкодженою або нестабільною енергетичною інфраструктурою, головним завданням стає забезпечення ефективного енергопостачання для роботи обладнання, опалення, освітлення та переробки продукції. Одним із можливих способів підвищення енергоефективності під час війни є зменшення використання енергії. Також потрібно залучати до участі у збереженні енергії персонал господарств, проводити освітні кампанії та інформаційні заходи щодо енергоефективності. Важливим є розвиток та впровадження нових технологій, котрі дозволяють ефективніше використовувати енергію[15]. Впровадження енергоефективних рішень є важливим кроком на шляху до відновлення виробництва, скорочення витрат і підвищення екологічної стійкості скотарства в деокупованих регіонах.

Використання відновлюваних альтернативних джерел енергії може значно зменшити залежність від зовнішніх енергомереж та забезпечити господарства стабільним постачанням енергії. Юридичне визначення альтернативних джерел енергії наведено в Законі України «Про альтернативні джерела енергії», де під ними розуміються відновлювані джерела енергії, включаючи сонячну, вітрову, геотермальну, хвильову та приливну, гідроенергію, енергію біомаси, органічні викиди, стічні води, очисні споруди, що спалюють природний газ, біогаз та вторинні джерела енергії, зокрема, доменний і вугільний газ, кокс, метан, дегазація вугільних шахт, перетворення енергетичного потенціалу відходів технологічних процесів [16].

Сучасне обладнання скотарських комплексів потребує стабільного та безперебійного енергопостачання для таких операцій, як обробка кормів, доїння, вентиляція, охолодження молока та інших продуктів. Також такі господарства часто мають власні невеликі переробні цехи, де виробляють молочні та м'ясні продукти та інші товари. Використання сонячних панелей на дахах будівель для генерації електроенергії дозволить не лише знизити залежність від зовнішніх енергомереж, а й забезпечити стабільне енергопостачання для безперебійної



роботи цих процесів. Для регіонів з високою швидкістю вітру вітрові турбіни можуть стати надійним джерелом електроенергії. Переробка відходів тваринництва у біогаз дозволяє забезпечити скотарське господарство не лише електропостачанням, а й енергією для опалення, зменшуючи витрати на зовнішні джерела енергії та поліпшуючи екологічну ситуацію.

Впровадження сучасного енергоефективного обладнання є також одним із найважливіших заходів для зниження енергоспоживання. Використання LED-ламп є ефективним методом зниження споживання електроенергії для освітлення скотарських комплексів. Світлодіодні лампи споживають у кілька разів менше електрики у порівнянні зі звичайними лампами накаливання або флуоресцентними лампами. Крім того, LED-освітлення має набагато триваліший термін служби, що знижує витрати на заміну ламп і обслуговування систем освітлення. Це також зменшує кількість відходів, що утворюються через часту заміну традиційних ламп.

Сучасні моделі насосів і вентиляторів, які використовуються для забезпечення вентиляції виробничих приміщень, охолодження та подачі води, можуть бути набагато енергоефективними порівняно з застарілим обладнанням. Вони споживають значно менше електроенергії, а також можуть бути оснащені інтелектуальними датчиками для автоматичного регулювання інтенсивності роботи залежно від умов навколишнього середовища або потреб господарства. Це не тільки допоможе знизити експлуатаційні витрати, але й підвищить загальну ефективність скотарських комплексів.

Використання інтелектуальних систем управління енергоспоживанням можуть забезпечити більш точне та ефективне керування енергетичними системами. Інноваційні смарт-технології, такі як «розумний дім» та «розумне місто», можуть регулювати освітлення, вентиляцію, обігрів і роботу інших електроприладів, виходячи з актуальних потреб аграрного господарства. Впровадження таких систем дозволяє мінімізувати надлишкове енергоспоживання, оптимізувати використання ресурсів й знижувати витрати. Наприклад, система може автоматично знижувати інтенсивність освітлення або



вентиляторів у періоди низької активності.

Оптимізація теплових систем та зменшення теплових втрат можуть значно вплинути на енергоефективність скотарського виробництва на деокупованих територіях. Використання якісних ізоляційних матеріалів знижує необхідність у постійному використанні систем опалення, що дозволяє зменшити витрати на енергоносії та продовжити термін служби опалювальних систем через зменшення навантаження на них. Сучасні теплоізоляційні матеріали включають мінеральну вату, пінополістирол, екологічні варіанти на основі перероблених матеріалів, такі як целюлозні волокна. Вибір матеріалу залежить від кліматичних умов та типу будівлі, проте всі ці варіанти дозволяють значно підвищити енергоефективність. Якісна теплоізоляція дає можливість запобігти накопиченню конденсату, що важливо для захисту від розвитку плісняви й грибка, що може шкодити здоров'ю тварин.

Геотермальні системи є інноваційним і екологічно чистим способом опалення приміщень, що використовують природне тепло землі для забезпечення теплового комфорту. Ці системи використовують тепло, що зберігається у землі на певній глибині, і перетворюють його на енергію для опалення будівель. Це можливо завдяки тепловим насосам, які переносять тепло з ґрунту до приміщень. Геотермальні системи не тільки знижують енергетичні витрати, але й зменшують залежність від традиційних паливних ресурсів, таких як газ або вугілля. Для великих скотарських господарств геотермальні системи можуть стати надійним рішенням для забезпечення сталого опалення. Вони можуть використовуватися як для опалення приміщень, так і для підігріву води, що є важливим для утримання тварин у комфортних умовах. Але геотермальні системи найбільш ефективні у регіонах, де геологічні умови дозволяють отримувати тепло з землі. Для ефективного використання необхідно попередньо провести геологічні дослідження, щоб оцінити можливості цього проекту [17].

Крім необхідності ресурсного забезпечення скотарських господарств у післявоєнний час, енергоефективні технології та відновлювані джерела енергії є бажаними і у подальшому з кількох причин.



По-перше, енергоефективні технології допомагають зменшити споживання енергії, знизити витрати домогосподарств на енергопостачання та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

По-друге, використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та геотермальна, є більш екологічно чистим і не сприяє викидам парникових газів, що допомагає зменшити вплив зміни клімату та покращити якість повітря.

По-третє, використання енергоефективних технологій та відновлюваних джерел енергії допомагає забезпечити енергетичну самодостатність та зменшити залежність від імпорту енергоносіїв.

По-четверте, впровадження енергоефективних технологій та відновлюваних джерел енергії може стати джерелом додаткової зайнятості та сприяти економічному розвитку регіону і країни в цілому [18].

Логістичний підхід до відновлення скотарства на деокупованих територіях потребує інтеграції з екологічним підходом для подальшого стійкого розвитку скотарського виробництва. Екологічне відновлення пасовищ, якість ґрунтів – ключовий елемент, що сприятиме захисту довкілля та підвищенню ефективності аграрної діяльності. Якість ґрунтів розглядається як сукупність усіх наявних позитивних та негативних властивостей, пов'язаних із використанням ґрунтів і їхніми функціям [19].

Впровадження ротаційного випасу є важливою стратегією для стійкого використання пасовищ та підтримки їхньої екологічної рівноваги. Цей метод передбачає контрольоване переміщення тварин між різними ділянками, що дозволяє екосистемам відновлюватися під час перерв у випасі. Площа випасу розділяється на декілька загонів. Загони слід змінювати один за одним після короткого часу випасу. Розмір загону може бути адаптований відповідно до наявної біомаси. Такий підхід сприяє зменшенню ущільнення та ерозії ґрунтів, оскільки трава має можливість закріплювати ґрунт своїм корінням. Відновлення трав'яного покриву після кожного циклу випасу підвищує якість пасовищ, що забезпечує стабільний кормовий ресурс для тварин і зменшує потребу у



додаткових кормах. Завдяки ротаційному випасу різні види трав мають час рости й розмножуватися, що підвищує біорізноманіття рослинного покриву. Це позитивно впливає на екосистемний баланс та здоров'я ґрунтів. Постійний випас на одних і тих самих ділянках призводить до виснаження ґрунтів та втрати їхньої родючості, тоді як ротаційний випас допомагає уникнути цього, дозволяючи природним екосистемам функціонувати без надмірного навантаження. Оптимізація графіка випасу дає можливість ефективніше використовувати ресурси, знижуючи навантаження на окремі ділянки та забезпечуючи довготривалу продуктивність ґрунтів, пасовищ та господарств. Недоліком такої системи випасу можливо вважати потребу відносно великої системи огорож та скотопрогонів. Порційний випас, де до попередніх площ випасу щоденно додаються ділянки з новими порціями свіжої пасовищної трави, потребує меншу кількість огорож, але він можливий лише на відносно однорідних пасовищах. Інтенсивні безперервні пасовища мають площу випасу, що зазвичай, не розділяється, таке пасовище постійно використовується протягом усього періоду випасу. Трава залишається короткою. Ця система можлива лише на дуже хороших пасовищах у відповідних ґрунтово-кліматичних умовах з високою швидкістю відростання трави. Не застосовується для великих стад (> 50 тварин) [20].

Рекультивация еродованих ділянок на деокупованих територіях є важливою частиною відновлення скотарства, оскільки багато земель можуть бути сильно деградованими через військові дії та недогляд. Впровадження програм рекультивациі допоможе не лише повернути родючість ґрунтів, а й забезпечити сталий розвиток пасовищ, необхідних для випасу худоби.

Одним із основних заходів є посів покривних культур, таких як конюшина, люцерна та гречка, що відіграють ключову роль у відновленні земель. Вони допомагають запобігти ерозії завдяки своїй кореневій системі, яка зміцнює ґрунт і знижує ризик вимивання родючого шару під час дощів чи танення снігу. Це особливо важливо на територіях, де війна залишила екосистеми в нестабільному стані. Крім того, покривні культури сприяють утриманню вологи в ґрунті, що



створює сприятливі умови для росту трав, необхідних для випасу худоби. Це допомагає підтримувати екологічну рівновагу на пасовищах.

Також однією з важливих властивостей бобових культур, таких як люцерна, є їхня здатність фіксувати атмосферний азот, перетворюючи його на доступні для рослин форми. Це знижує потребу в хімічних добривах, що не лише економить ресурси, але й зменшує ризик забруднення ґрунтів та водних ресурсів. Окрім цього, покривні культури сприяють відновленню біологічної рівноваги, створюючи умови для відновлення мікробного життя в ґрунті, що є основою здорових екосистем. Також вони сприяють поверненню корисної фауни, такої як комахи та дрібні тварини.

Економічні переваги використання покривних культур також значні. Вони допомагають зменшити витрати на відновлення пасовищ, оскільки можуть бути використані як високоякісний корм для тварин завдяки високому вмісту білка. Це, у свою чергу, підвищує продуктивність скотарства, сприяючи економічній стабільності господарств.

Красноруцький О. та Маренич Т. роблять висновок, що саме польовому кормо-виробництву (перш за все, виробництву грубих, соковитих та зелених кормів) належить провідна роль у розв'язанні проблеми забезпечення молочного скотарства повноцінними об'ємними кормами у достатній кількості, особливо в посушливих регіонах. Створення міцної та якісної кормової бази для великої рогатої худоби можливе шляхом інноваційного розвитку сучасного інтенсивного польового кормовиробництва, яке має ґрунтуватися на високому рівні механізації, електрифікації, інтенсивних енергозберігаючих технологіях вирощування і заготівлі кормів, на досягненнях генетики, селекції, біотехнології [21].

Рекультивация може також включати інженерні рішення, спрямовані на зниження водної ерозії та покращення гідрологічних умов. Створення штучних терас допомагає зменшити стік води по схилах, дозволяючи їй поступово вбиратися в ґрунт. Це не лише зменшує руйнівний вплив дощових потоків, але й покращує водний баланс на територіях, які зазнали ерозії. Дренажні системи



допомагають ефективно контролювати надмірну вологість, що є важливим для відновлення земель, особливо в зонах з високим ризиком заболочення.

У процесі відновлення скотарства на деокупованих територіях ще одним важливим елементом є впровадження агроекологічних практик, які допоможуть відновити пасовища з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Агроекологічний підхід зосереджується на гармонії між сільським господарством і природними екосистемами, що є особливо важливим у зонах, постраждалих від війни. Один із ключових аспектів таких практик – інтегровані системи управління шкідниками, які знижують потребу у використанні пестицидів та інших хімічних засобів захисту рослин, що сприяє збереженню здоров'я ґрунтів і біорізноманіття. Природні методи контролю за шкідниками, такі як використання природних ворогів або культур, що відлякують шкідників, дозволяють підтримувати екологічний баланс без забруднення ґрунтів і водних ресурсів, що забезпечує безпеку тварин і людей, які залежать від цих екосистем.

Ключовим елементом агроекологічного підходу є створення зелених коридорів – ділянок з місцевою флорою, які сприяють відновленню природних екосистем на пасовищах. Ці коридори забезпечують притулок для корисних комах, птахів і дрібних тварин, які відіграють важливу роль у підтриманні екосистемної рівноваги. Зелені коридори також сприяють збільшенню біорізноманіття, що є критичним для відновлення порушених ландшафтів, адже вони допомагають пов'язувати окремі природні території в єдину екологічну мережу.

Використання місцевих рослин є важливою частиною стратегії відновлення, оскільки вони краще пристосовані до специфічних умов ґрунтів і клімату, що дозволяє ефективніше відновлювати екосистеми й підтримувати їх стійкість. Такі рослини також забезпечують оптимальне харчування для худоби, знижуючи залежність від привізних кормів і сприяючи збереженню місцевої флори. Крім того, місцеві рослини допомагають зменшити ризик ерозії, покращуючи здатність ґрунтів утримувати вологу, що є критичним для стійкого використання земель у майбутньому [3].



Біологічний контроль, який передбачає застосування корисних комах для боротьби зі шкідниками, дозволяє зменшити залежність від хімічних засобів захисту рослин, зберігаючи здоров'я ґрунтів і підтримуючи біорізноманіття. Такий підхід сприяє відновленню природних екосистем, підвищуючи стійкість земель до деградації.

Водозберігаючі заходи також відіграють важливу роль на територіях з порушеним екологічним балансом, де водні ресурси можуть бути обмежені або нестабільні. Застосування таких методів, як мульчування та зрошувальні системи, допомагає зберігати вологу в ґрунті, запобігти ерозії та підтримувати температуру ґрунту, забезпечуючи стабільні умови для росту трав, які використовуються для випасу худоби. Застосування мульчі, такої як соломка або деревна стружка, навколо рослин також пригнічує ріст бур'янів. Поєднання біологічного контролю та водозберігаючих технологій дозволяє мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, а у контексті агроекологічного підходу, що забезпечує гармонію між сільським господарством і природними екосистемами, є важливим для стійкого відновлення скотарства на деокупованих територіях.

Перераховані екологістичні методики допомагають аграрним господарствам зменшити залежність від хімічних добрив і привізних кормів, що знижує витрати на транспортування й одночасно зменшує викиди парникових газів.

Для мінімізації викидів від тваринницьких господарств важливо впроваджувати сучасні системи очищення повітря, серед яких важливу роль відіграють біофільтри, механічні системи вентиляції та електростатичні фільтри.

1. Біофільтри працюють на основі природних процесів, що дозволяють ефективно очищати повітря від шкідливих газів, таких як аміак, що утворюються у результаті діяльності тваринницьких господарств. Ці системи використовують шари органічного матеріалу (наприклад, компост або кору дерев), через які проходить забруднене повітря. Мікроорганізми, що живуть у біофільтрах, поглинають та переробляють шкідливі речовини, що допомагає значно знизити



рівень.

2. Механічні вентиляційні системи з контролем витрат повітря та фільтрацією дозволяють постійно оновлювати повітря у тваринницьких приміщеннях, мінімізуючи накопичення шкідливих газів та покращуючи умови для тварин і працівників.

3. Електростатичні фільтри застосовуються для очищення повітря від дрібнодисперсних частинок, які можуть поширювати шкідливі речовини. Працюючи на принципі електричного заряду, фільтри вловлюють до 99 % частинок пилу, що значно знижує кількість забруднювачів у повітрі приміщень. Пиловловлювання в електростатичних фільтрах є складним фізичним процесом, який включає в себе гравітаційне, інерційне, дифузійне та електростатичне осадження [22].

Регулярний моніторинг якості повітря є важливим інструментом для контролю за рівнем забруднення на скотарських комплексах та оперативного реагування на екологічні ризики. Встановлення автоматизованих систем моніторингу дозволяє виявляти проблеми в реальному часі, аналізуючи концентрацію шкідливих речовин, таких як аміак, метан і дрібнодисперсні частинки пилу. Розглянемо декілька прикладів таких систем, що ефективні особливо в скотарських господарствах :

1. Aeroqual Series 500. Ця система моніторингу забезпечує високоточне вимірювання концентрації аміаку, діоксиду азоту, сірководню та інших шкідливих газів, які часто утворюються на скотарських комплексах. Вона оснащена змінними датчиками і надає дані в режимі реального часу через хмарні сервіси.

Переваги: простота в обслуговуванні, підтримка різних датчиків, можливість підключення до хмарних сервісів для постійного моніторингу [23].

2. Air Quality Egg. Це доступна система для аграрних господарств, яка дозволяє вимірювати вміст дрібнодисперсних частинок пилу, вуглекислого газу, аміаку та інших речовин. Система забезпечує онлайн-моніторинг і автоматичне надсилання повідомлень при виявленні перевищення допустимих рівнів



забруднення.

Переваги: доступність, простота налаштування, можливість постійного онлайн-моніторингу [24].

3. Sensaphone Monitoring Systems. Пропонує системи моніторингу, які відстежують не тільки якість повітря, а й інші параметри, такі як температура і вологість, що також впливають на здоров'я тварин. Ці системи можуть бути інтегровані в загальну систему управління скотарським комплексом і забезпечують постійний контроль за умовами утримання.

Переваги: багатофункціональність, легка інтеграція з іншими системами, автоматичні оповіщення через телефон або email [25].

Завдяки автоматизованому аналізу повітря можна швидко визначати, де і коли відбувається підвищення рівня шкідливих речовин. Це дає можливість вчасно вжити заходів для усунення джерела забруднення, зменшивши його негативний вплив. Оперативна інформація також дозволяє швидко реагувати на погіршення умов, наприклад, покращуючи вентиляцію або додаючи фільтруючі системи. Це допомагає знизити ризики респіраторних захворювань і покращує загальний стан робочого середовища. Постійний моніторинг ще допомагає налаштувати вентиляційні системи таким чином, щоб вони працювали ефективніше з мінімальними витратами енергії. Це сприяє зниженню операційних витрат і забезпечує оптимальні умови для тварин і персоналу.

Висновки.

Впровадження екологічної логістики у скотарському виробництві допомагає мінімізувати негативний вплив на довкілля та зберігати природні ресурси. Це особливо важливо для деокупованих територій України, де відновлення земель та екосистем ускладняється наслідками бойових дій. Екологістичні рішення з відновлення ґрунтів, очищення земель та утилізації відходів є ключовими для підтримки сталого розвитку скотарства. Це включає використання методів біоремедіації, компостування, сівозміни, очищення вод та відновлення біорізноманіття. Важливим аспектом екологістики є належна утилізація відходів скотарства та впровадження біогазових установок, що



дозволяють знизити екологічні ризики та виробляти альтернативну енергію. Такі технології можуть бути особливо корисними для відновлення інфраструктури на деокупованих територіях нашої держави.

Постійний доступ до чистої води є життєво важливим для худоби. Логістичний підхід до відновлення водних екосистем, створення природних фільтрів та використання сучасних технологій очищення води необхідні для забезпечення чистої питної води та захисту водних об'єктів від подальшого забруднення. Повторне використання води зменшує втрати водних ресурсів та сприяє раціональному водокористуванню.

Скотарські господарства, особливо на деокупованих територіях, повинні використовувати енергоефективні технології, такі як LED-лампи, сучасні системи вентиляції та насоси для зменшення споживання енергії та підвищення економічної стійкості. Використання сонячних панелей, вітрових турбін та біогазових установок забезпечує стабільне енергопостачання, знижуючи залежність від зовнішніх джерел енергії та сприяючи екологічній стійкості. Відновлення деградованих земель через впровадження ротаційного випасу та їх рекультивацію через посів покривних культур (конюшина, люцерна), інші екологістичні рішення зменшують ерозію та відновлюють екосистему для відновлення та сталого розвитку скотарства. Агроекологічні практики та інтегровані системи управління шкідниками сприяють збереженню біорізноманіття та здоров'ю ґрунтів. Для мінімізації викидів від скотарських господарств важливо впроваджувати сучасні системи очищення повітря, серед яких біофільтри, механічні вентиляційні системи та електростатичні фільтри. Ці технології ефективно знижують рівень забруднення, включаючи аміак і дрібнодисперсні частинки пилу. Регулярний моніторинг якості повітря з автоматизованими системами (як-от Aeroqual Series 500, Air Quality Egg, Sensaphone Monitoring Systems та інші) допомагає швидко виявляти перевищення рівня забруднення та своєчасно реагувати на екологічні ризики, покращуючи умови для тварин і працівників, а також знижуючи операційні витрати.