

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Кузьминський Юрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

УДК 662.636.3

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Визначення критерію екологічності при проектуванні технологічних процесів АПК

Спеціальність 208«Агроінженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Ю. В. Кузьминський

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Грудовий Р. С.

(прізвище, ім'я, по батькові)

Ст. викл., канд. тех. наук

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2020

Анотація

Кузьминський Ю. В. Визначення критерію екологічності при проектуванні технологічних процесів АПК – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – «Агроінженерія». – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Розглянуто питання аналізу процесів АПК на предмет формування критеріїв екологічності, в тому числі з урахуванням їх рівня значущості та способів інтеграції в загальний показник. Проведено дослідження алгоритму аналізу технологічного процесу та обрахунку критеріїв екологічності.

Ключові слова: аналіз екологічності, критерій екологічності, технологічний процес.

SUMMARY

Kuzmynskyy Yu. V. Determination of ecological criterion at designing of technological processes of agrarian and industrial complex–Qualification work on the rights of the manuscript. Qualification work for obtaining the educational degree of the master on a specialty 208 – Mechanization of agriculture. Agricultural engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

The issue of analysis of agroindustrial processes for the formation of environmental criteria, including taking in to account their level of significance and methods of integration in to the overall indicator, is considered. There search of the analyse is algorithm of the technological process and the calculation of the ecological criteria is carried out.

Keywords: ecological analysis, ecological criterion, technological process.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1.....	6
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ АПК	6
1.1. Актуальність оцінки екологічності технологічних процесів АПК.....	6
1.2. Основні проблеми формування критеріїв екологічності технологічних процесів АПК.....	8
РОЗДІЛ 2	10
РОЗРОБКА СИСТЕМИ КРИТЕРІЇВ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ АПК	10
2.1. Вплив моделі технологічного процесу в АПК на формування критеріїв його екологічності.....	10
2.2. Вплив рівня технічного забезпечення технологічного процесу АПК на критерії його екологічності.....	13
2.3. Опис алгоритму формування критерію екологічності при проектуванні технологічних процесів АПК.....	15
РОЗДІЛ 3	21
МОДЕЛЮВАННЯ КРИТЕРІЮ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ	21
ВИСНОВКИ.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	33

ВСТУП

Актуальність дослідження. Для оцінки екологічності технологічних процесів в сільському господарстві надзвичайно важливо сформуванню групи критеріїв екологічності, за якими власне і відбувається оцінка. Але формування таких критеріїв залежить значною мірою від моделі технологічного процесу та його особливостей. Метою даного дослідження є систематизація та узагальнення інформації про вплив виду технологічного процесу на вибір критеріїв екологічності.

В дослідженнях [2, 5] піднімаються важливі питання побудови технологічних процесів в АПК та їх технічного забезпечення. Нажаль, сьогодні технічна база багатьох техпроцесів застаріла, що значною мірою впливає на можливість підвищення їх екологічності. З іншого боку це має стимулювати до оновлення технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва.

У ряді робіт [1, 3, 4] розглядаються математичні моделі екологічності технологічних процесів з різними схемами вхідних, проміжних і вихідних потоків. За характеристики потоків приймають не тільки масові витрати речовини, але і її концентрацію, температуру, тиск, витрату тепла та інші фізичні параметри, пов'язані між собою балансовими рівняннями. Методи моделювання виробничих процесів є корисними при вирішенні задач оптимізації технологічних процесів за екологічними критеріями.

Метою роботи є розробка системи критеріїв екологічності технологічних процесів, способів їх інтеграції в єдиний критерій та моделювання процесу визначення критерію екологічності на прикладі типового процесу АПК, розробити пропозиції, що базуються на результатах наукових досліджень, щодо покращення екологічності технологічних процесів АПК шляхом покращення матеріально-технічного забезпечення та удосконалення технологічних процесів сільськогосподарських підприємств.

Предмет дослідження: визначення критеріїв екологічності типових технологічних процесів АПК.

Об'єкт дослідження: технологічний процес в АПК.

Завдання роботи:

1. Проаналізувати варіанти існуючих методів оцінки екологічності процесів АПК. Зробити порівняльний аналіз заходів, способів і критеріїв оцінки екологічності та виділити їх слабкі сторони.

2. Сформулювати вимоги до сучасного інтегрального критерію оцінки екологічності технологічних процесів.

3. Розробити алгоритм застосування критеріїв екологічності до технологічних процесів.

4. Розробити модель оцінки екологічності технологічного процесу за запропонованою методикою на прикладі процесу підготовки кормів.

Методи дослідження: Для виконання дослідження в межах поставлених задач були використані наступні методи: діалектичний, монографічний, емпіричний, порівняльний аналіз, абстрактно-логічний, а також методи математичного та імітаційного моделювання із застосуванням експериментальних досліджень.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

Результати кваліфікаційної роботи надруковано в збірниках праць «Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичних конференцій «Студентські читання – 2020». Житомир: Поліський національний університет, 2020, які проходили 5-6 березня та 26 жовтня 2020 року.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено методику оцінки критеріїв екологічності при проектуванні технологічних процесів по заздалегідь визначеному алгоритму, що дозволить більш ефективно вирішувати завдання з підвищення екологічності технологічних процесів, і, як наслідок, продукції АПК.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота містить вступ, три розділи, кожен з яких включає підрозділи, висновки до кожного розділу, загальні висновки, список використаних літературних джерел з 45 найменувань, додатки. Загальний обсяг роботи становить 35 арк.

РОЗДІЛ 1.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ АПК

1.1. Актуальність оцінки екологічності технологічних процесів АПК

Збільшення об'ємів сучасного агропромислового виробництва, як правило, супроводжується погіршенням впливу на екологію навколишнього середовища. Особливо це проявляється в регіонах, де сконцентровані основні виробничі потужності. Тому є потреба в науково аргументованій оцінці екологічності технологічних процесів, що дозволить ефективно підвищувати екологічність таких процесів ще на етапі проектування [2, 7].

Останнім часом технологічні процеси аналізуються з позиції екології, але перевага віддається впливу діяльності АПК на ландшафти та екологічній основі візуалізації інформації щодо їх поточного стану. Тому актуальним є розробка чисельних індикативних показників для здійснення оцінки екологічності [12–16].

Сучасні уявлення свідчать, що екосистема, як основна структурна одиниця біосфери [1] – це взаємозв'язана єдина функціональна сукупність живих організмів і місця їх існування, або врівноважене співіснування живих організмів і неживого довкілля. У цьому визначенні підкреслена наявність взаємовідносин та причинно-наслідкових зв'язків між біологічним співтовариством і абіотичним середовищем та їх об'єднання в певний функціонал [41, 43].

Автоматизована обробка екологічних даних повинна реалізовуватись із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій і включати в себе систематизацію даних, комплексну обробку бази даних та створення моделі [38, 44]. По-друге, вона повинна включати автоматизований розрахунок комплексних та сумарних показників, які узагальнюють результати екологічних досліджень і, по-третє, візуалізацію екологічних даних та результати обробки бази даних з

наданням можливості здійснювати постійний контроль за його змінами в процесі проведення моніторингових досліджень [26, 31, 51].

Формалізований опис задач аналізу базується на єдиних принципах побудови умовних позначень показників. Він полегшує подальшу алгоритмізацію і програмування для ПК.

Аналогічна задача є об'єктом екологічно-математичного моделювання [27].

Працями багатьох дослідників доведена залежність між хімічним складом ґрунтів та захворюваністю населення [50]. Вміст мікроелементів в ґрунтах територій проживання людей і надходження їх через воду та продукти харчування відображається на балансі мікроелементів в організмі [46].

Очевидно, що ресурсний характер показників стану навколишнього природного середовища, прийнятий на Україні, не відповідає сучасним вимогам до формування системи сталого розвитку, які ґрунтуються на принципах міжнародної Конвенції ООН з питань навколишнього середовища і розвитку [47]. Актуальним стає впровадження інтегрованих показників стану навколишнього природного середовища, що дозволило б розглядати узгоджено проблеми стану середовища, людського функціонування і соціально-економічного розвитку [14].

Вивчення питань забезпечення сільського господарства основними засобами (ОЗ) виробництва представлені в працях [7, 12, 23,34–38, 46–48, 51].

Питання технічного забезпечення сільського господарства та шляхи їх вирішення активно піднімаються з 2001 року і розкриті в [1, 2, 8, 21, 37].

В дослідженнях [4, 7, 8, 31, 43, 44,] піднімаються важливі питання побудови технологічних процесів в АПК та їх технічного забезпечення. Нажаль, сьогодні технічна база багатьох технологічних процесів застаріла, що значною мірою впливає на можливості підвищення їх екологічності. З іншого боку, це має стимулювати до оновлення технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва [11, 18, 20, 35, 41, 46, 49].

1.2. Основні проблеми формування критеріїв екологічності технологічних процесів АПК

В якості вихідних даних для оцінки екологічності техпроцесів можуть бути прийняті результати інвентаризації стаціонарних джерел забруднення оточуючого середовища, отримані при розробці проектів нормативів гранично допустимих величин та концентрацій, а також самі проекти техпроцесів для відповідних підприємств. Для порівняння використані традиційні методики оцінки екологічності технологічних і (або) технічних рішень, а саме найбільш поширені:

- за величиною валового викиду, тобто за загальною кількістю забруднюючих речовин, які потрапляють в навколишнє середовище (наприклад, в атмосферу) [13, 19, 20, 26];

- за платежами щодо забруднення навколишнього середовища [16, 50].

Для всіх технологічних процесів в АПК оцінка вкладу груп речовин різного класу небезпеки показує, що плата за забруднення речовинами I класу небезпеки низька і близька до плати за забруднення речовинами четвертого класу, при очевидно різних показниках вагомості їх валового викиду [16, 38]. У той же час порівняння сумарної токсичності цих груп речовин (з урахуванням конкретних гранично допустимих концентрацій (ГДК)), а не на підставі суб'єктивної небезпеки речовин I-го класу, для розглянутих підприємств необхідно звернути увагу на речовини четвертого класу небезпеки [14, 15, 19, 24–26].

Показник гранично допустимої концентрації в даний час є найбільш об'єктивним і однозначним критерієм для всіх регіонів України [24–26]. Тому облік токсичності більшою мірою придатний для порівняльної оцінки різних груп речовин [25]. Результати проведених досліджень показують, що за величиною токсичної маси основний внесок у забруднення сумарно вносять речовини II класу небезпеки, а найменший внесок – речовини I класу [24–26]. З побудованого ряду пріоритетності конкретних забруднюючих речовин [4, 17, 21] у викидах в атмосферу від стаціонарних джерел АРЗ зроблено висновок, що:

- серед речовин II класу небезпеки найбільший вплив чинять оксиди азоту;

– серед речовин четвертого класу небезпеки переважає вплив органічних розчинників (ацетон, бутилацетат, етилацетат і т.д.) [4, 17, 21].

Порівняльні показники забруднення за різними технологічними ділянками підприємств АПК, а також проведена оцінка ефективності ряду природоохоронних заходів не дають достатньо повної картини в розрізі окремих технологічних процесів [34]. Так, на деяких підприємствах України потужним джерелом атмосферного забруднення є теплові вузли, які в якості палива використовують мазут і їх викиди складають 96,8% валового викиду підприємства [19]. Для зниження антропогенного впливу на атмосферу запропоновано використовувати біологічні залишки продукції рослинництва, наприклад, соломую[26, 29, 36]. При цьому основним критерієм доцільності переходу на такі види палива послужив розрахунок зниження валового викиду в атмосферу на 60% [19].

Однак традиційні методики спотворили реальний ефект [13]. Лише виконання обліку токсичності виявляє наскільки серйозним є внесок оксидів азоту в сумарне забруднення атмосфери [13]. На жаль, неточний аналіз причин і особливостей забруднення послужив підставою проведення неадекватних заходів підвищення екологічності технологічних процесів.

1.3. Висновки до розділу 1.

Оцінка екологічності технологічних процесів АПК є надзвичайно актуальною і її актуальність зростає із постійним підвищенням вимог до екологічної безпеки, екологічності готової продукції та з підвищенням екологічних стандартів суспільства.

Існуючі методики оцінки екологічності техпроцесів спотворюють реальну картину впливу їх на оточуюче середовище, що призводить до неадекватних заходів з підвищення екологічності.

Дослідження основних проблем формування критеріїв екологічності дозволяє зробити висновок про недостатню ступінь опрацювання цього питання в сучасній науковій практиці і вимагає створення оновленої, більш універсальної системи критеріїв оцінки екологічності технологічних процесів.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КРИТЕРІЇВ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ АПК

2.1. Вплив моделі технологічного процесу в АПК на формування критеріїв його екологічності

Будь-який технологічний процес в АПК є системою, яка нерозривно пов'язана із навколишнім середовищем. Така система, що є виробничою, запозичує з навколишнього середовища необхідну сировину, матеріали, енергію різних видів, а повертає в середовище готову продукцію, надлишки та втрати енергії та відходи різних видів [20–22, 26]. Вона працює шляхом перетворення різних видів енергії зовнішніх джерел, наприклад, електричної, хімічної, сонячної та ін. Також може бути використана власна енергія, яка генерується всередині системи [26]. Відходами будемо вважати всі речовини і матеріали, теплові та інші енергетичні викиди, хімічні, фізичні та біологічні агенти, які виділяються у навколишнє середовище, бо вже не приймають участь в технологічному циклі [18, 27, 33].

Застосовуючи закони термодинаміки до аналізу технологічних процесів, такі техпроцеси поділяються на три категорії: незамкнуті (відкриті), замкнуті і ізольовані [26, 31]. Вони представлені на рис. 2.1 у вигляді блокових моделей. Абсолютна більшість реальних технологічних процесів відносяться до категорії незамкнутих (рис. 2.1, а) [26, 31]. Замкнутими є такі системи, у яких немає обміну із навколишнім середовищем матеріальними складовими, але можливий обмін енергією [26, 31]. Технологічною аналогією замкнутої системи є технологічний процес, в якому відсутні матеріальні відходи, тобто залишки матеріалів та хімічних речовин, в будь-якому агрегатному стані (тверді, рідкі та газоподібні) (рис. 2.1, б). До таких відносяться складальні операції при ремонті сільськогосподарської техніки та інші схожі за принципом [20–22, 26, 31].

В даному випадку обмін із зовнішнім середовищем матеріальними ресурсами, сировиною і готовою продукцією до уваги не береться. Абсолютно ізольовані процеси можливі, хоча переважно теоретично, оскільки процеси, позбавлені будь-якого обміну з оточенням, в певній мірі ідеалізовані (рис. 2.1, в) [20–22, 26, 31].

У цілому всі технологічні процеси розглядаємо в аспекті їх екологічної відповідності [20–22, 26, 31].

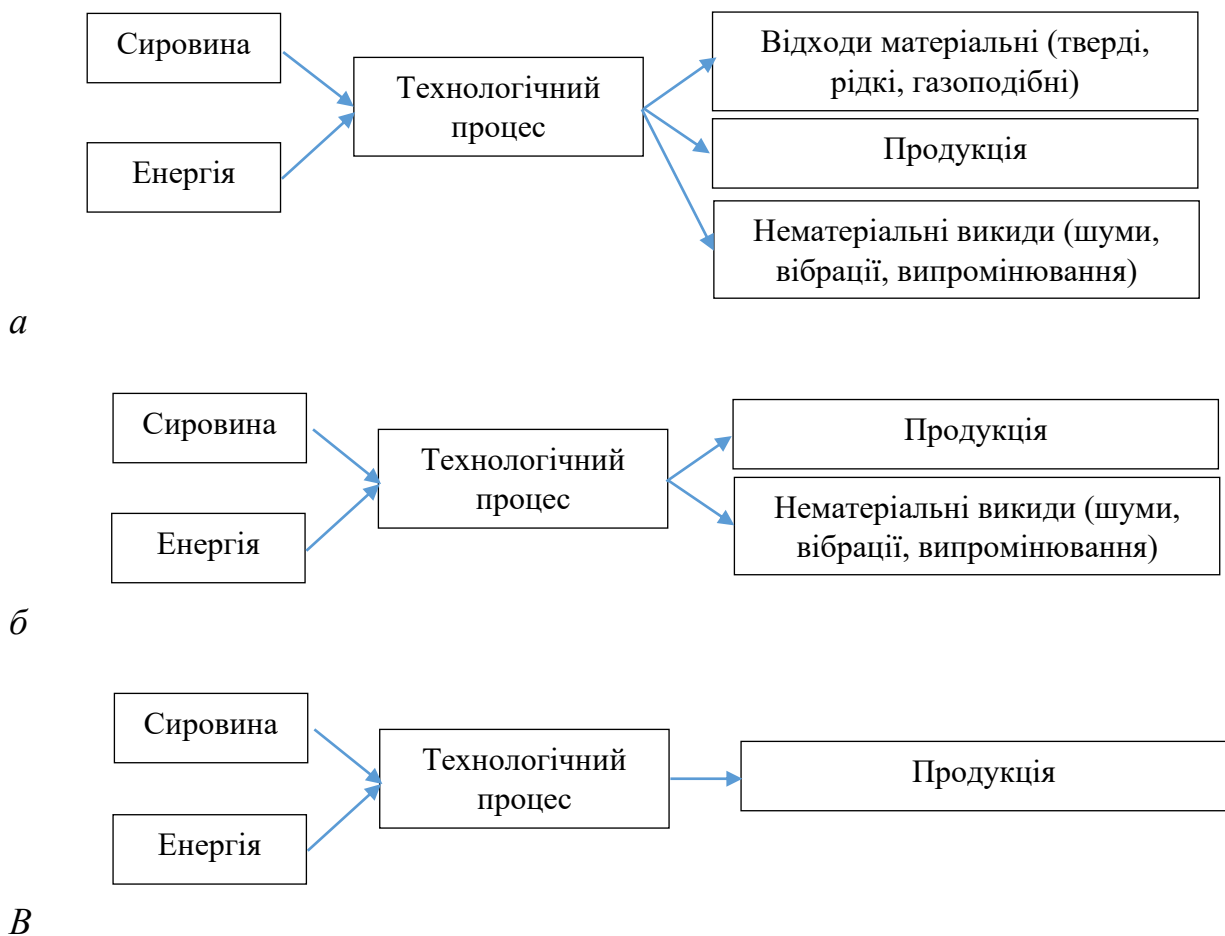


Рис. 2.1. Схеми технологічних процесів різних моделей: *a*– незамкнутий; *б*– замкнутий; *в* – ізольований.

Технологічні процеси, виробництва та продукція можуть вважатися екологічними якщо вплив їх навколишнє середовище не порушує нормального функціонування екосистем і знаходиться в межах гранично допустимих впливів [22]. Техпроцеси, що створюють підвищений вплив на стан навколишнього

середовища та негативно впливають на нього, є неекологічними [28]. Неєкологічним можна вважати технологічний процес будь-якої моделі. Наприклад, замкнений техпроцес може вважатися неєкологічним навіть якщо не має витоків матеріалів та хімічних речовин в оточуюче середовище, якщо він супроводжується виділенням тепла, шумів вібрацій, випромінювань та іншими шкідливими викидами [46].

Екологічність технологічних процесів можна оцінити методом матеріальних балансів, які враховують кількість матеріалів, які входять в процес і виходять з нього: маса всіх ресурсів (сировини, палива, води і т. ін.) в кінцевому підсумку дорівнює масі готової продукції і отриманих відходів [50]. Розглянемо схеми матеріальних потоків в виробництвах різного ступеня замкнутості (рис. 2.2).

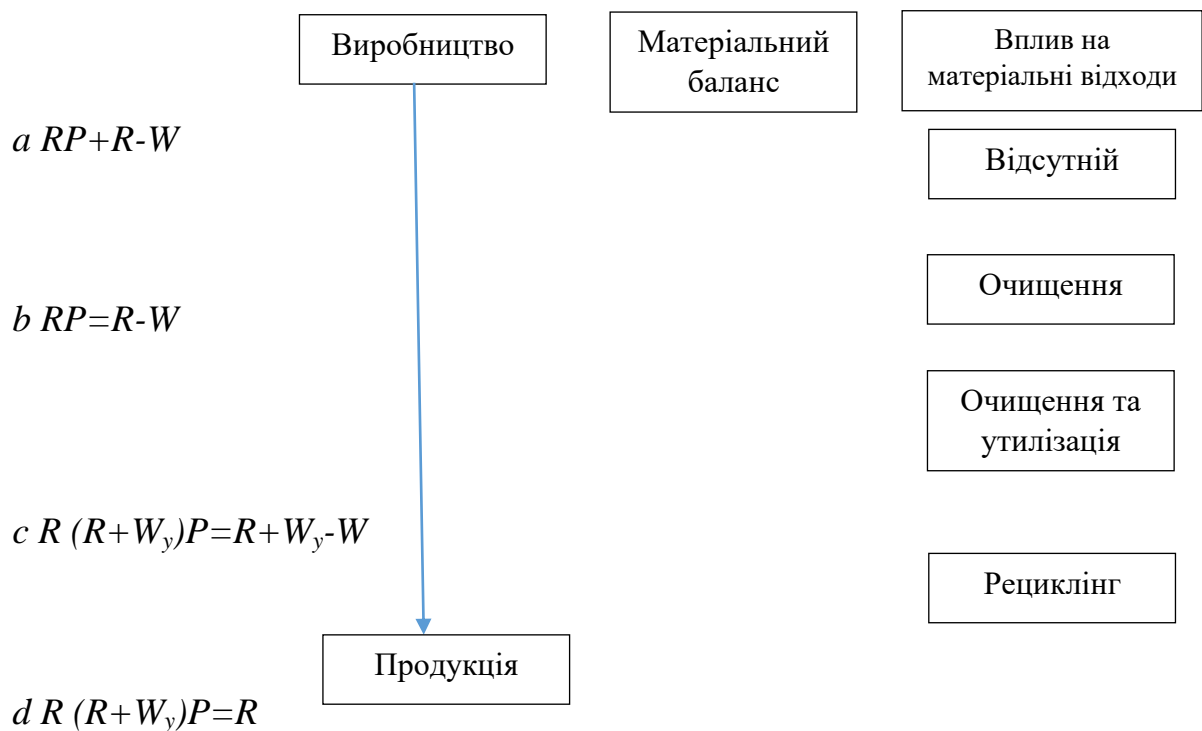


Рис. 2.2. Матеріальні потоки в виробничих процесах різного ступеня замкнутості

В схемі рис. 2.2 прийнято наступні позначення:

R – потік ресурсів (вихідна сировина, основні і допоміжні матеріали, напівфабрикати);

W , W_y – потік відходів (хімічні речовини і енергія), що забруднює середовище і відносить певну частину корисних ресурсів та уловлених відходів;

P – потік готової продукції.

Незамкненому виробничому процесу в АПК (рис. 2.2, а) відповідає наступне рівняння матеріально-технічного балансу:

$$R = P + W = (R - W_y) + W \quad (2.1)$$

Дужки в рівнянні (2.1) вказують на єдність потоку ресурсів і відходів. Виробництва, пов'язані із викидами відходів, оцінюють за коефіцієнтом відходності:

$$K_g = W / R \quad (2.2)$$

Відповідно коефіцієнт безвідходності:

$$K_{og} = P / R \quad (2.3)$$

Виробничий процес, який передбачає очищення забруднюючих потоків, представлений схемою (рис. 2.2, б), а при використанні уловлених речовин W_2 як вторинної сировини – схемою (рис. 2.2, в). В останньому випадку матеріально-технічний баланс описується системою рівнянь:

$$(R + W_y) = (R + W_y - W) + W \quad (2.4)$$

$$W = (W - W_y) + W_y$$

У замкнутому виробничому циклі (рис. 2.2, г) відбувається повна переробка і утилізація потоку відходів W_y , які знову повертаються у виробництво. Тут потоки W і W_y кількісно рівні, а потік готової продукції P відповідає потоку R .

2.2. Вплив рівня технічного забезпечення технологічного процесу АПК на критерії його екологічності

На сьогоднішній день оновлення матеріально-технічної бази – це одне із найактуальніших та болючих завдань аграрного сектору, оскільки оновлення

виробничо-технічного потенціалу гальмується через обмеженість інвестицій в галузь, нестачу власних джерел сільськогосподарських підприємств та високі кредитні ставки [7, 11, 14, 34].

Всякий технологічний процес в АПК є системою, що тісно пов'язана з оточуючим середовищем [34–36]. В таку систему поступає сировина та енергія, а виділяються з неї відходи та залишки, втрати енергії, випромінювання, шуми та вібрації, а також готова продукція. Система функціонує завдяки потоку енергії, який проходить через неї із зовнішніх джерел або генерується всередині через інші техпроцеси [34–36]. Важливою ланкою зв'язку технологічного процесу з оточуючим середовищем є засіб виробництва [28].

Взаємодія засобу виробництва з оточуючим середовищем полягає в споживанні матеріалів та ресурсів та виділенні в навколишнє середовище матеріальних залишків, викидів та впливів. Розглянемо таку взаємодію на прикладі використання механізму із силовим приводом.

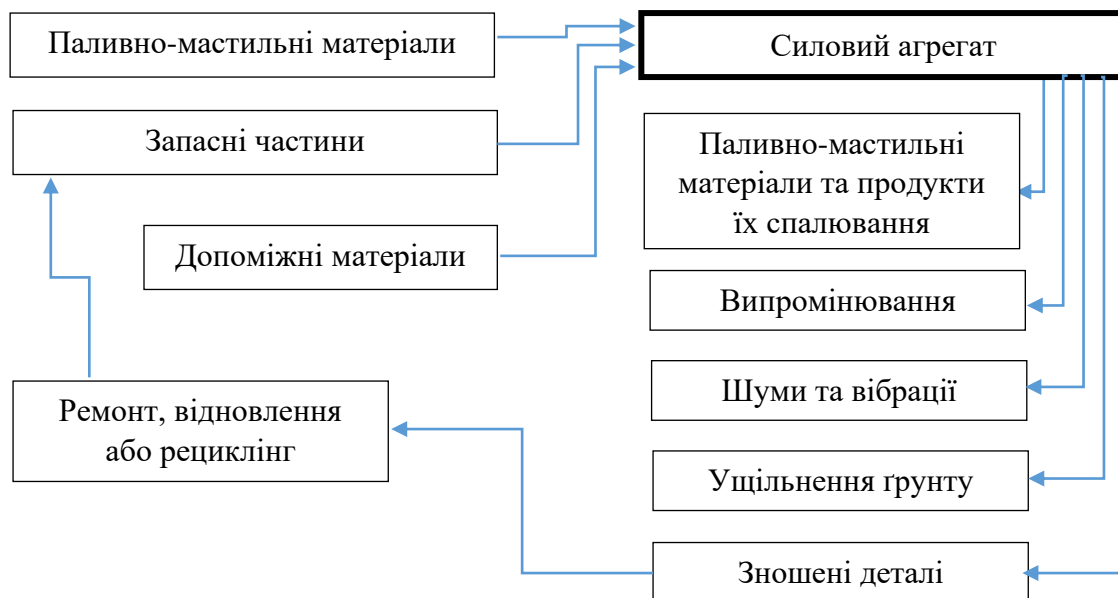


Рис. 2.3. Схема взаємодії силового агрегату з оточуючим середовищем

Таким чином, критерії екологічності технологічного процесу обробки ґрунту тісно пов'язані з критеріями екологічності застосованої техніки. Але саме

поняття екологічності техніки та технологій стало актуальним в останні 30 років, при чому активні заходи по підвищенню екологічності техніки впроваджуються з 2000 року [14–17]. Тому техніка, термін експлуатації якої понад 20 років є не тільки морально застарілою, але й суттєво погіршує рівень критеріїв екологічності техпроцесів через прямий вплив на матеріальний баланс відходів [27, 33, 46].

З іншого боку, на рівень таких відходів, як викиди паливно-мастильних матеріалів (ПММ) у вигляді підтікання мастил, олій, палива та продукти згоряння палива, значною мірою впливає ступінь зношування та технічний стан [12, 13]. Це стосується не тільки морально застарілої техніки, але й більш сучасних зразків технічного забезпечення при відсутності належного рівня ТО і ПР, використання дешевих та ненадійних запчастин, дешевих ПММ із екологічно шкідливими домішками [12, 13, 40, 42]. Вище зазначене визначає ще два важливі критерії екологічності технологічного процесу: стан технічних засобів та рівень екологічної орієнтованості процесів ТО і ПР [12, 13, 40, 42].

2.3. Опис алгоритму формування критерію екологічності при проектуванні технологічних процесів АПК

Сучасна наука вивчає та використовує показники стану навколишнього середовища в якості основних інструментів для вимірювання екологічності виробництва. Таким чином, слід виділити три основні групи показників [31]:

–показники екологічного стану, що існує на даний момент часу. Ці показники характеризують екологічні параметри сьогодення;

–показники, які дають зрозуміти результати впливу технологій та діяльності людини на навколишнє середовище;

–показники, що кількісно оцінюють вплив на навколишнє середовище.

Показники, що кількісно оцінюють вплив, найкращі для оцінки екологічності при розробці технологічних процесів [40, 42, 44].

Інтегровані критерії, які слід розраховувати та аналізувати на кожному етапі впровадження технологічного процесу, можуть служити своєрідними завданнями для удосконалення технологічного процесу. В їх основу лягає первинна інформація про стан довкілля, впливи конкретного процесу по всіх етапах технологічного процесу на основі проміжних критеріїв та індексу їх значущості [20 – 22].

Індекси є показниками для визначення значущості заходів з підвищення екологічності та прийняття рішень щодо подальшого удосконалення їх. Індекс є співвідношенням реального рівня показника до його оптимального рівня [50, 51].

Інформаційна база, яка використовується для розробки екологічних індикаторів, може охоплювати всі існуючі статистичні дані по впливам, приведеним до відносних показників впливу. Наприклад, кількість викидів, віднесена до 1 кВт потужності двигуна автомобіля або електродвигуна [10, 11]. Отже, знаючи потужність технічного забезпечення технологічного процесу, можна програмно закласти значення індексів і легко оцінити інтегральний показник екологічності по зрозумілих параметрах технологічного процесу [10–13].

З метою визначення якісного стану навколишнього середовища, насамперед для встановлення його параметрів, які негативно впливають на умови життєдіяльності людей, використовують такі параметри як індикатори стану [18].

З іншого боку, індикатори впливу допомагають визначити причини екологічних проблем, такі як виснаження ґрунтів, надмірні викиди шкідливих речовин, пряме втручання людської діяльності [24, 34]. Індикатори, що дозволяють оцінити реагування, оцінюють зусилля, необхідні для ліквідації або зменшення величини шкоди, яка йому задана [24, 34].

Інтегральний критерій, що враховує всі забруднювачі, називають сумарним коефіцієнтом комплексного забруднення та визначають за формулою:

$$K_k = \sum(C_i / GDK_i) \quad (2.5)$$

де C_i – вміст i -го елементу;

GDK – гранично допустимі значення і-го критерію.

Природний фон кожного хімічного елемента на певній території визначається середнім арифметичним значенням із 2/3 проб цього елемента на території, відкинувши з досліджуваного аналізу 1/3 проб з найменшими та найбільшими значеннями [30].

Загальну характеристику забруднення відображає сумарний коефіцієнт концентрацій [23]:

$$K_c = \sum(C_i / C_{Fi}) \quad (2.6)$$

Вміст та природний фон вимірюються в мг/кг.

Сумарний концентраційний інтервал безпеки для життєдіяльності визначається як:

$$K_{I.бж} = (GDK_i - C_i) / C_\phi \quad (2.7)$$

Тобто сумарний критерій безпеки життєдіяльності має враховувати всі забруднюючі елементи (речовини) [23, 30].

Екологічно безпечний інтервал концентрацій забруднювачів розташований між фоновим сумарним показником забруднення ($СПЗ_\phi$) і екологічно небезпечним рівнем концентрації забруднювачів (ЕНРК), який відповідає десятивідсотковому (10%) перевищенню фонових концентрацій, при яких вплив на оточуюче середовище призводить до незворотних наслідків [23, 30].

Тому:

$$C_{безп} = \sum_{i=1}^n \frac{(C_\phi^i - 0,1C_\phi^i) - C_i}{C_\phi^i} \quad (2.8)$$

де $C_{безп}$ – екологічно безпечний інтервал концентрації забруднювачів;

n – кількість врахованих забруднювачів;

C_ϕ – фоновий вміст і-того елемента;

$0,1 C_\phi$ – десяти відсоткове перевищення фонового показника забруднення і-тим забруднюючим елементом.

Розраховані критерії утворюють матрицю X , яка описує незалежні змінні моделі. У цьому випадку необхідно знайти реально незалежні змінні в матриці. Для розв'язування цієї задачі пропонується метод, ідея якого полягає в тому, щоб перетворити множину змінних X на нову множину попарно некорельованих значень критеріїв [30].

Алгоритм методу складається з восьми кроків.

Крок 1. Нормалізація всіх критеріїв:

$$X^* = \left(X_{ij}^i - \bar{X}_j \right) / Y_{xi}^i, \quad i = (1, n); j = (1; m). \quad (2.9)$$

Крок 2. Обчислення кореляційної матриці:

$$r = \left(X^* \cdot X^{*'} \right) / n. \quad (2.10)$$

Крок 3. Знаходження характеристичних чисел матриці r з рівняння:

$$|r - \lambda E| = 0, \quad k = (1, m), \quad (2.11)$$

де E – одинична матриця розміром $[m \times m]$.

Крок 4. Власні значення λ_k упорядковуються за абсолютним рівнем вкладу кожного головного компонента до загальної дисперсії.

Крок 5. Визначення власних векторів a_k здійснюється розв'язуванням системи рівнянь:

$$|r - \lambda E| \cdot a = 0, \quad (2.12)$$

за таких умов:

$$a_j a_k = \begin{cases} 0(j \neq k); \\ 1(j = k). \end{cases}$$

Крок 6. Знаходження головних компонентів-векторів:

$$z_k = x a_k, \quad k = (1, m). \quad (2.13)$$

Головні компоненти мають задовольняти умовам:

$$\sum_{i=1}^n z_{k.i} = 0; \quad i = (1, n); \quad \frac{1}{n} z_k' \cdot z_k = \lambda_k, \quad k = (1, m) \quad (2.14)$$

$$z'_k \cdot z_k = 0, j = (1, m), j \neq k$$

Крок 7. Визначення параметрів моделі:

$$\alpha = Z - lb \quad (2.15)$$

Крок 8. Знаходження параметрів моделі:

$$\beta = a \cdot b \quad (2.16)$$

З метою чисельного визначення критерію екологічності слід визначити перелік основних індикаторів стану екологічної безпеки кожного різновиду впливу та їх оптимальні, порогові та граничні значення, а також методи обчислення інтегрального критерію екологічності технологічного процесу [32].

Якщо ознаки множини мають різні одиниці вимірювання, тоді адитивне агрегування потребує приведення їх до спільної основи [32].

Вектор первинних ознак $[x_1, x_2, \dots, x_m]$ замінюється вектором нормованих значень $[z_1, z_2, \dots, z_m]$. У практиці застосовують різні способи нормування, але, як правило, всі вони ґрунтуються на порівнянні емпіричних значень показника x_i з певною величиною a . Такою величиною може бути максимальне (x_{max}), мінімальне (x_{min}), середнє значення набору $[x_1, x_2, \dots, x_m]$ або еталонне (x_e) значення показника.

Якщо деякі показники, які в сукупності характеризують певну сферу екологічної безпеки, тоді інтегральний критерій екологічності буде мати вигляд лінійної згортки:

$$\sum_{j=1}^m a_y z_y \quad (2.17)$$

де a_y – вагові коефіцієнти, що визначають ступінь внеску j -го показника в інтегральний індекс сфери екологічної безпеки;

z_y – нормовані значення показників x_y .

Отже, визначення інтегрального критерію оцінки екологічності технологічного процесу складається з кількох покроково здійснених етапів: оцінка технологічного процесу і присвоєння кожному переходу технологічного процесу критерію та індикатору значущості цього критерію; визначення їх оптимальних, порогових та граничних значень; нормування індикаторів; визначення вагових

коефіцієнтів; розрахунок інтегрального індексу. Дане визначення підтверджується в роботах [23–25, 30]. Для визначення величини критерію використовуємо фізичні значення фактичного рівня шкідливості, віднесені до оптимального значення такого критерію [23–25, 30].

Для аналізу технологічного процесу використовуємо досвід українських та світових вчених [[23–25, 30, 50–51].

Оцінка інтегрального критерію екологічності в сучасних виробничих умовах доцільна, перш за все, на етапі проектування, але слід її постійно переглядати, оскільки можуть змінюватись як умови господарювання, стан та склад технічного забезпечення технологічного процесу, так і вимоги до екологічності технологічних процесів та готової продукції сільського господарства. Періодичність перегляду системи індикаторів та їх характеристичних значень у зв'язку зі змінами в національній і світовій екологічній політиці потрібно здійснюється за необхідності [14–17].

2.4. Висновки до розділу 2.

Дослідження впливу рівня технічного забезпечення технологічного процесу АПК на критерії його екологічності дозволяє зробити висновок про те, що стан технічних засобів є важливим критерієм, який потрібно застосовувати при оцінці екологічності.

Оцінка інтегрального критерію екологічності в сучасних виробничих умовах доцільна, перш за все, на етапі проектування, але слід переглядати його час від часу, оскільки можуть змінюватись як умови господарювання, стан та склад технічного забезпечення техпроцесу, так і вимоги до екологічності технологічних процесів та готової продукції сільського господарства. Періодичність перегляду системи індикаторів та їх характеристичних значень у зв'язку зі змінами в національній і світовій екологічній політиці потрібно здійснюється за необхідності.

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ КРИТЕРІЮ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ

3.1. Здійснення моделювання критерію екологічності технологічного процесу приготування кормів

Проведемо моделювання процесу визначення інтегрального критерію екологічності технологічного процесу кормів. Для цього досліджуємо технологічну схему приготування кормів та обладнання, яке використовується для забезпечення технологічного процесу.

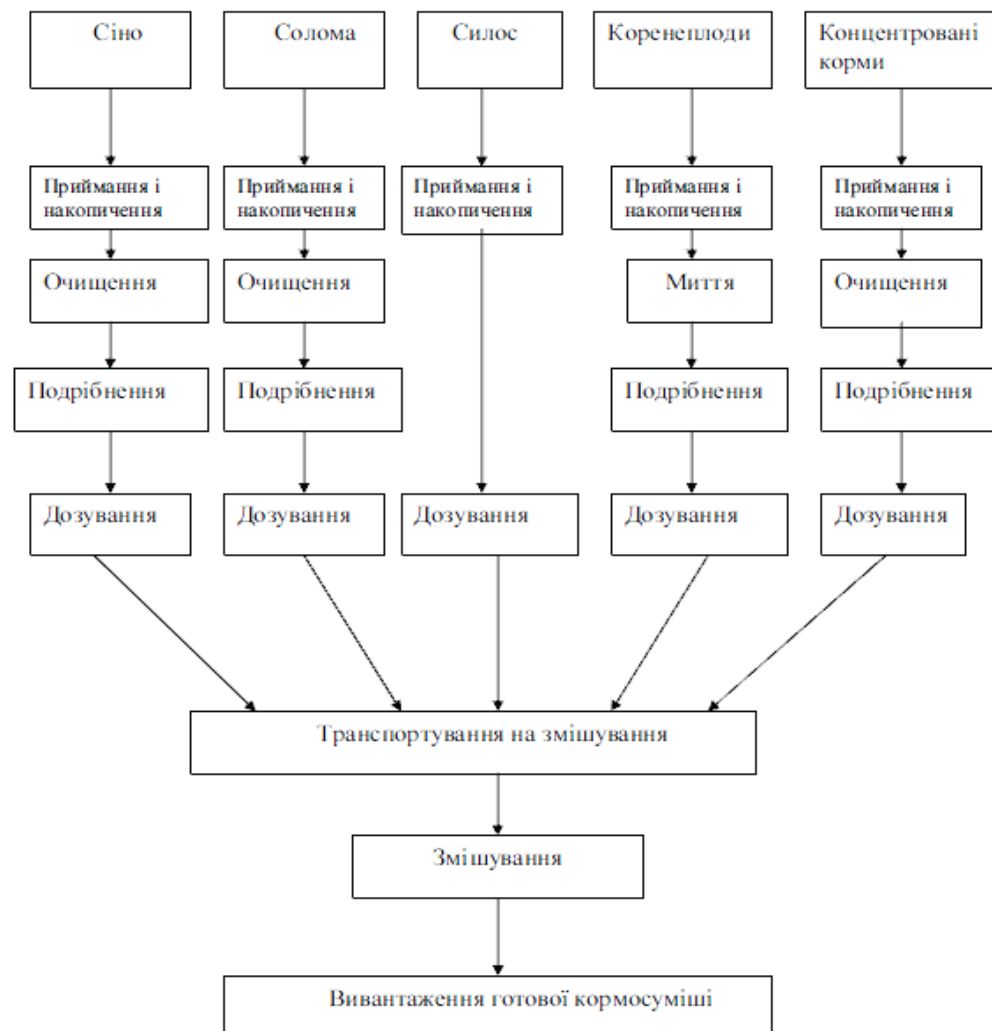


Рис. 3.1. Технологічна схема кормів

Розглянемо технологічну схему агрегату АПК-10А, представлену на рис. 3.2.

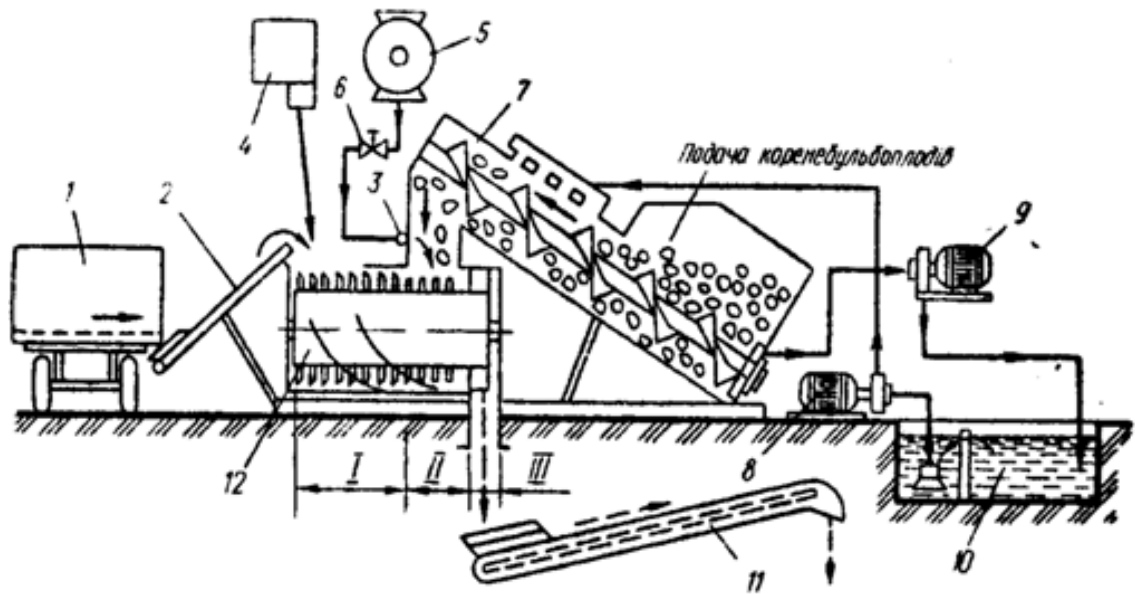


Рис. 3.2. Схема агрегату АПК-10А [35]:

1 – кормороздавач КТУ-10А; 2 – транспортер, що приймає корми від завантажувача; 3 – розпилювач мікродобавок в розчинах; 4 – дозатор кормоконцентратів; 5 – змішувач мікродобавок; 6 –кран налаштування; 7 – шнекова мийка, об’єднана з дозуючим пристроєм; 8 – насос К20/30У2; 9 – насос СД50/10б; 10 – відстійник використаної води; 11 – транспортер готової суміші; 12 – подрібнювач; I – зона ножів; II – зона молотків; III – зона вивантаження.

На барабані подрібнювача знаходяться ножі для подрібнення волокнистих кормів, молотки для подрібнення коренеплодів. Там же встановлений і вивантажувач. В корпусі подрібнювача встановлені деки, на яких закріплюють або чавунні колодки або протирізальні ножі. Ступінь подрібнення грубих кормів можна регулювати зазорами, геометрією та кількістю встановлених ножів.

Проаналізуємо технологічний процес приготування кормів за здійснюваними операціями. Результати аналізу представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Оцінка шкідливих впливів технологічного процесу кормів

№ пере-ходу	Технологічний перехід	Технічне забезпечення		Вплив на навколишнє середовище
		Варіант 1	Варіант 2	
1	Подрібнення	Подрібнювач кормів ротаційний	Подрібнювач кормів універсальний 7,5 кВт з циклоном Artmash	Споживання електричної енергії (Е); Пил (ПЛ) Підтікання мастильних матеріалів (М) Відпрацьовані запчастини (З) Шуми та вібрації (ШВ)
2	Завантаження транспортного засобу	Навантажувач вібраційний	Навантажувач вібраційний	Е, М, З, ШВ
3	Транспортування кормів до місця	ГАЗ-52	ХТЗ 2511 Е	Спалювання бензину (П); Вихлопні гази (Г) Підтікання мастильних М, З, ШВ (вар.1) / Е, З (вар.2)
4	Зважування	Ваги електронні ВЕ-2,0	Ваги електронні ВЕ-2,0	Е, З
5	Промивання	Шнекова мийка-дозатор	Шнекова мийка-дозатор	Е, М, З, ШВ Забруднення води (ЗВ)
6	Завантаження і подрібнення	Кормоприготувальний комплекс АПК-10А	Кормоприготувальний комплекс АПК-10А	Е, М, З, ШВ
7	Завантаження в накопичувач	Кормороздавач-живильник кормів КТУ-10А	Кормороздавач-живильник кормів ДК-10	Е, М, З, ШВ
8	Дозування	Кормоприготувальний комплекс АПК-10А	АКГСМ «Мрія»	Е, М, З, ШВ
9	Завантаження у змішувач			Е, М, З, ШВ
10	Запарювання			Е, М, З, ЗВ
11	Змішування			Е, М, З, ШВ
12	Транспортування	Шнековий транспортер	Шнековий транспортер	Е, М, З, ШВ
13	Роздавання	Кормороздавач-живильник кормів КТУ-10А	Кормороздавач-живильник кормів КТУ-10А	Е, М, З, ШВ
	Номінальна енергоємність обладнання, кВт	57,2	53,8	
	Витрати палива, л	22	-	

Різні компоненти кормосуміші (солома, сінаж, силос) через бункери-дозатори поступають на приймальний транспортер, який транспортує їх у зону дії ножів. Подрібнені корми направляються в зону дії молотків, якими додатково плющуються та змішуються з коренеплодами. Коренебульбоплоди дозованими порціями біля 500 кг завантажуються у мийку-дозатор. Після промивання шнековим транспортером маса подається у зону молотків.

Концентровані корми в подаються з дозатора через приймальну воронку. Для подачі кормів до агрегату приготування кормів використовується транспортний засіб типу ГАЗ-52.

Таблиця 3.2.

Оцінка рівнів критеріїв екологічності технологічного процесу кормів по варіанту 1

Номер переходу	Рівень критерію екологічності по групах впливу								
	Е	М	З	ЗВ	Ш	В	ПЛ	Г	П
1	0,3	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,7	0	0
2	0,1	0,1	0,4	0	0,4	0,7	0,1	0	0
3	0	0,2	0,2	0	0,4	0,1	0,1	0,4	0,9
4	0,05	0	0,05	0	0	0	0,1	0	0
5	0,2	0,1	0,1	0,35	0,1	0,1	0	0	0
6	0,1	0,3	0,4	0	0,7	0,2	0,3	0	0
7	0,1	0,3	0,3	0	0,2	0,2	0,2	0	0
8	0,2	0,2	0,3	0	0,3	0,1	0,1	0	0
9	0,1	0,3	0,3	0	0,2	0,2	0,1	0	0
10	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0	0
11	0,4	0,1	0,2	0	0,3	0,1	0,1	0	0
12	0,3	0,1	0,2	0	0,1	0,2	0,1	0	0
13	0,2	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,2	0	0

Рівні критеріїв визначаються з паспортних даних обладнання та об'єктивних досліджень особливостей їх функціонування, з урахуванням ступеню зношування.

Для об'єктивної оцінки інтегрального критерію екологічності технологічного процесу необхідно опрацювати оціночні значення індексів значущості кожного з визначених критеріїв.

Таблиця 3.3.

Оцінка індексів значущості критеріїв екологічності технологічного процесу приготування кормів по групах впливу по варіанту 1

Номер переходу	Індекс значущості критерію екологічності по групах впливу								
	Е	М	З	ЗВ	Ш	В	ПЛ	Г	П
1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
2	1	1	1	0	1,3	1,5	1	0	0
3	1	1	1	0	1	1	1	1,4	1,1
4	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5	1	0	1	1,5	1	1	0	0	0
6	1	1	1	0	1	1	1	0	0
7	1	1	1	0	1	1	1	0	0
8	1	1	1	0	1	1	1	0	0
9	1	1	1	0	1	1	1	0	0
10	1	0	1	1,5	1	0	1	0	0
11	1	0	1	0	1	1	1	0	0
12	1	0	1	0	1	1	1	0	0
13	1	1	1	0	1	1	1	0	0

Оцінка індексу значущості критерію враховує суттєвість його впливу на оточуюче середовище, локальність його дії, розвиток впливу в часі, а також слугує інструментом нормалізації різнорідних критеріїв.

Таким чином, на основі даних, представлених в таблицях 3.2. та 3.3. розрахуємо інтегральний критерій екологічності за методикою, представленою в розділі 2.3. Всі математичні обчислення виконуємо за допомогою пакету прикладних програм Microsoft Excel 2003 та Statistica 6.0, що дозволяє також достатньо швидко моделювати результат зниження інтегрального критерію екологічності за рахунок зниження окремих значень критеріїв та індексів їх впливу.

Інтегральний критерій екологічності для змодельованого процесу по варіанту 1 становить $KI = \sum_{j=1}^m a_y z_y = 17,145$. З врахуванням кількості переходів технологічного процесу, $KI_{\text{пер.сер.}}=1,319$ при оптимальному значенні 0,7...0,9 та гранично допустимому значенні 1,5...1,9. Таким чином, за критерієм екологічності технологічний процес кормів оцінюється як задовільний, але може бути покращений за рахунок впровадження більш сучасних технічних засобів.

Використаємо той самий алгоритм для оцінки критерію екологічності по другому варіанту забезпечення технологічного процесу машинами та механізмами.

Таблиця 3.4.

Оцінка рівнів критеріїв екологічності технологічного процесу приготування кормів по варіанту 2

Номер переходу	Рівень критерію екологічності по групах впливу								
	Е	М	З	ЗВ	Ш	В	ПЛ	Г	П
1	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0	0
2	0,1	0,1	0,4	0	0,4	0,7	0,1	0	0
3	0,4	0,1	0,05	0	0,07	0,1	0,1	0	0
4	0,05	0	0,05	0	0	0	0,1	0	0
5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0	0
6	0,1	0,2	0,2	0	0,3	0,2	0,1	0	0
7	0,1	0,1	0,1	0	0,2	0,2	0,2	0	0
8	0,2	0,1	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0	0
9	0,1	0,3	0,1	0	0,2	0,2	0,1	0	0
10	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0	0
11	0,2	0,1	0,2	0	0,3	0,1	0,1	0	0
12	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,2	0,1	0	0
13	0,2	0,1	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0	0

Рівні критеріїв визначаються з паспортних даних обладнання та об'єктивних досліджень особливостей їх функціонування, з урахуванням ступеню зношування за допомогою виразів (2.7) – (2.9) та рівняння матеріальних балансів. Для оцінки інтегрального критерію використовуємо алгоритм, запропонований в розділі 2.3.

Таблиця 3.5.

Оцінка індексів значущості критеріїв екологічності технологічного процесу приготування кормів по групах впливу по варіанту 2

Номер переходу	Індекс значущості критерію екологічності по групах впливу								
	Е	М	З	ЗВ	Ш	В	ПЛ	Г	П
1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
2	1	1	1	0	1	1	1	0	0
3	1	1	1	0	1	1	1	1,4	1,1
4	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5	1	0	1	1,5	1	1	0	0	0
6	1	1	1	0	1	1	1	0	0
7	1	1	1	0	1	1	1	0	0
8	1	1	1	0	1	1	1	0	0
9	1	1	1	0	1	1	1	0	0
10	1	0	1	1,5	1	0	1	0	0
11	1	0	1	0	1	1	1	0	0
12	1	0	1	0	1	1	1	0	0
13	1	1	1	0	1	1	1	0	0

Оцінка індексу значущості критерію враховує суттєвість його впливу на оточуюче середовище, локальність його дії, розвиток впливу в часі, а також слугує інструментом нормалізації різнорідних критеріїв.

Таким чином, на основі даних, представлених в таблицях 3.4. та 3.5. розрахуємо інтегральний критерій екологічності за методикою, представленою в розділі 2.3. Всі математичні обчислення виконуємо за допомогою пакету прикладних програм Microsoft Excel 2003 та Statistica 6.0, що дозволяє також достатньо швидко моделювати результат зниження інтегрального критерію екологічності за рахунок зниження окремих значень критеріїв та індексів їх впливу.

Інтегральний критерій екологічності для змодельованого процесу становить $KI = \sum_{j=1}^m a_{y_j} z_{y_j} = 11,42$. З врахуванням кількості переходів технологічного

процесу, $KI_{\text{пер.сер.}}=0,878$ при оптимальному значенні 0,7...0,9 та гранично допустимому значенні 1,5...1,9. Таким чином, за критерієм екологічності технологічний процес кормів оцінюється як середній та попадає в діапазон оптимальних значень, що досягнуто за рахунок впровадження більш сучасних технічних засобів.

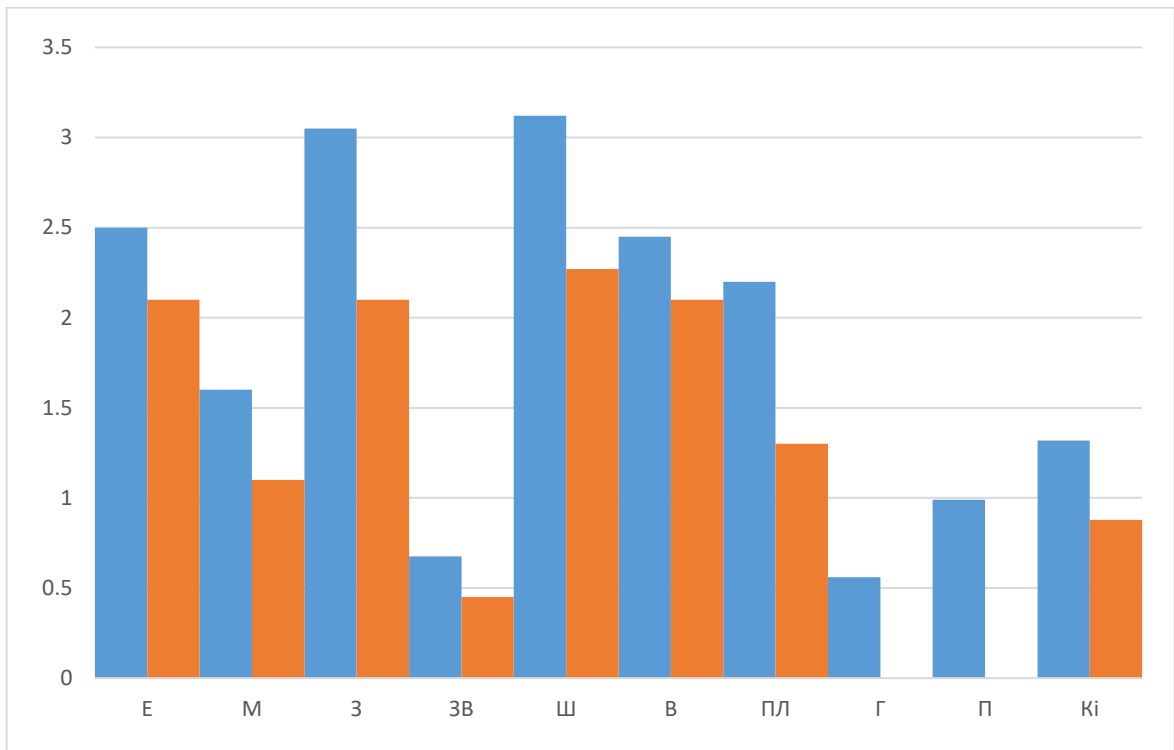


Рис. 3.3. Діаграма порівняння зміни критеріїв екологічності по варіантах технологічного процесу: синій – варіант 1; червоний – варіант 2.

Ще одним етапом є порівняння енергомосткості процесу приготування кормів по технологічному процесу за варіантом 1 та варіантом 2 – витрати електроенергії знизилась з 57,2 кВт до 53,8 кВт. Хоча зниження витрат електроенергії складає лише 6,3%, в техпроцесі за варіантом 2 повністю відсутнє споживання бензину через те, що при формуванні техпроцесу було використано трактор з електроприводом.

3.2. Висновки до розділу 3

В розділі було проведено моделювання процесу визначення інтегрального критерію екологічності технологічного процесу приготування кормів.

Для цього було досліджено технологічну схему приготування кормів та обладнання, яке використовується для забезпечення технологічного процесу.

Проведене моделювання дозволило відпрацювати механізм обчислення інтегрального критерію за допомогою прикладних програм Microsoft Excel 2003 та Statistica 6.0, що дозволяє також достатньо швидко моделювати результат зниження інтегрального критерію екологічності за рахунок зниження окремих значень критеріїв та індексів їх впливу.

За розробленим алгоритмом розраховано інтегральний критерій екологічності для технологічного процесу за двома варіантами, що дозволило порівняти їх та обрати більш екологічний та енергоефективний.

Методика, за якою оцінювався інтегральний критерій, достатньо універсальна і дозволяє оцінювати та порівнювати екологічність різних технологічних процесів як в агропромисловому комплексі, так і в інших галузях.

ВИСНОВКИ

З проведеного аналізу різних моделей виробничих процесів можна зробити ряд висновків по формуванню критеріїв оцінки екологічності.

1. Для всіх моделей технологічних процесів в АПК підходить єдина система критеріїв екологічності. В залежності від моделі, певні групи критеріїв, які відповідають за тип взаємодії з оточуючим середовищем, будуть дорівнювати нулю або близькі до нього.

2. Важливими критеріями екологічності технологічного процесу є матеріальний та енергетичний баланси. При цьому вони існують для всіх моделей технологічних процесів і найбільш повно описуються рівнянням (2.1).

3. Екологічність, як поняття та основна мета проектування сучасних технологічних процесів в АПК, вимагає ґрунтовного підходу до справедливої оцінки. Наприклад, очищення виробничих відходів є складовою певного технологічного процесу і покращує його матеріальний баланс відходності, але є окремим технологічним процесом, який має власний баланс відходів. Хоча такий підхід ускладнює розрахунки, але саме він дозволяє оцінити дійсну картину екологічних впливів на оточуюче середовище.

4. Критерії оцінки екологічності слід широко застосовувати для аналізу технологічних процесів. Але не тільки для оцінки їх шкідливості для екології. Такий аналіз дозволить зменшити екологічний вплив на етапі проектування технологічного процесу, знайти оптимальні рішення коли реалізація технологічного процесу ще не відбулася.

5. Критерії екологічності слід оцінювати за оптимальними схемами в розрізі не тільки окремих технологічних процесів, але і на рівні виробництва в цілому, оскільки для АПК характерне використання відходів одних технологічних процесів як сировини для інших, що знижує загальний вплив на оточуюче середовище.

6. В результаті дослідження виявлено наступні критерії екологічності технологічного процесу АПК, на які має прямий вплив стан матеріально-технічного забезпечення: критерій відповідності існуючої техніки сучасним екологічним вимогам; критерій технічного стану засобів виробництва та критерій рівня екологічної орієнтованості процесів ТО і ПР засобів виробництва.

7. Забезпечення технологічних процесів сучасними екологічними матеріалами (наприклад, засобами догляду рослин або низькотоксичних ПММ, що підлягають біологічному розкладанню) також є важливим критерієм екологічності технологічного процесу, в якому вони задіяні.

8. Кожен з матеріалів, технічних засобів та підпроцесів впливає на загальний показник екологічності технологічного процесу, складовими якого вони є. Тому для оперативної оцінки інтегрального показника екологічності, кожен матеріал, кожен виріб має отримати показник екологічності, який буде включений в загальні розрахунки. Такий показник, а по суті екологічний паспорт, необхідно вимагати від виробника, принаймні зважати на його наявність при виборі техніки та матеріалів. Такий паспорт необхідний для адекватної оцінки екологічності, бо він має розкривати значення всіх критеріїв екологічності.

9. Критерії оцінки екологічності слід широко застосовувати для аналізу технологічних процесів обслуговування технічного забезпечення. Але не тільки для оцінки їх шкідливості для екології. Такий аналіз дозволить зменшити екологічний вплив на етапі проектування технологічного процесу, знайти оптимальні рішення коли реалізація технологічного процесу ще не відбулася.

10. Критерії екологічності слід оцінювати за оптимальними схемами в розрізі не тільки окремих технологічних процесів, але і на рівні виробництва в цілому, оскільки для АПК характерне використання відходів одних технологічних процесів як сировини для інших, що знижує загальний вплив на оточуюче середовище.

11. Рівні критеріїв визначаються з паспортних даних обладнання та об'єктивних досліджень особливостей їх функціонування, з урахуванням ступеню зношування.

12. Інтегральний критерій екологічності для змодельованого процесу становить $KI = \sum_{j=1}^m a_y z_y = 14,954$. З урахуванням кількості переходів технологічного процесу, $KI_{\text{пер.сер.}}=1,15$ при оптимальному значенні 0,7...0,9 та гранично допустимому значенні 1,5...1,9. Таким чином, за критерієм екологічності технологічний процес приготування кормів оцінюється як задовільний, але може бути покращений за рахунок впровадження більш сучасних технічних засобів. Інтегральний критерій екологічності для змодельованого процесу за варіантом 2 становить $KI = \sum_{j=1}^m a_y z_y = 11,42$. Технологічний процес за варіантом 2 оцінюється як середній та попадає в діапазон оптимальних значень, що досягнуто за рахунок впровадження більш сучасних технічних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреева Н. М., Козловцева В. А. Екологічно чисте виробництво в системі екологічного підприємництва: систематика наукового бачення та взаємозв'язку. *Економічні інновації*: зб. наук. пр. Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2012. Вип. 48. С. 8–17.
2. Андрійчук В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств : теорія, методика, аналіз. Київ : КНЕУ, 2006. 292 с.
3. Антонов А. В. Екологічна складова забезпечення сталого розвитку сільських територій. *Економіка та держава*. 2013. № 3. С. 124–127.
4. Бабков В. С., Ткаченко Т. Ю. Анализ математических моделей распространения примесей от точечных источников. *Наукові праці ДонНТУ*. 2011. Вип. 13 (185). С. 147–155.
5. Бережна М. В. Екологічна відповідальність суб'єктів підприємництва в системі рівноважного розвитку регіону. *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності*. 2014. Вип. 1 (10), т. 1. С. 345–350.
6. Бігдан О. В., Ходаківська О. В. Теоретико-методологічні основи економічного механізму екологізації аграрного виробництва. URL: <https://www.sworld.com>
7. Борисова В. А. Екологізація агропідприємництва. URL: <http://gisap.eu/ru/node/453>. (дата звернення: 04.12.2020 р.).
8. Боровик О. Н. Екологічне підприємництво та його переваги. *Управління інноваційним процесом в Україні: проблеми комерціалізації науково-технічних розробок* : тези доп. ІV Міжн. наук.-практ. відеоконф. 23–24 травня 2012 р. Львів : Вид.-во Львівської політехніки, 2012. С. 94–95.
9. Внукова // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зо. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. -Харків: НТУ "ХПІ". -2011. -№54. -С. 60 - 66.

10. Внукова Н. В. Вплив технічного стану двигунів внутрішнього згоряння на паливну економічність і екологічну безпеку /11. В. Внукова // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПГ : зб. наук. пр. Те.мат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. - Харків : НТУ "ХПГ. - 2011. - № 53. - С. 27-34.

11. Внукова Н. В. Методика екзегетичного аналізу технологічних процесів забезпечення автоперевезень при використанні різних видів палива / Н.

12. Дослідження впливу на викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря структури парку колісних транспортних засобів України. Проміжний звіт ДП «ДержавтотрансНДІпроект» з НДР. XI* Державного реєстру НДР 0112U001736. - Київ. 2015. 247 с.

13. Дослідження та розроблення рекомендацій щодо зменшення питомого споживання енергоносіїв автомобільним транспортом Проміжний звіт ДП «ДержавтотрансНДІпроект» з ПДР. № Державного реєстру НДР - 0115U006026. - Київ. - 2016. - 269 с.

14. ДСТУ ІАО 14001:2006. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування (18014001:2004, ІОТ).

15. ДСТУ ІАО 14004:2006 Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення (ІАО 14004:2004, ІОТ).

16. Закон України „Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України” від 05.10.2001 р. № 2658.

17. Закон України „Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу” від 07.02.2002 р. № 3023.

18. Захарчук О. В. Технічне забезпечення сільськогосподарських підприємств в Україні / Захарчук О.В. // Економіка АПК. - 2019. - № 2 - С. 48

19. Защитаатмосферы от промышленныхзагрязнений. Справочник. Ч. 1, 2. - М. - Metallургия. - 1988. - 1654 с.

20. Зотов Л. Л. Экологическая безопасность производства и автомобильного транспорта: Учеб. Пособие / Л. Л. Зотов. - СПб.: СЗТУ, 2003. - 90 с.

21. Клименко Л.П. Техноекологія: Посібник для ВНЗ. – Сімферополь: Таврія. 2000. – 542 с.

22. Коваленко Л. О. Розрахунок викидів та концентрацій забруднюючих речовин від автомобільного транспорту в атмосферному повітрі / Л. О. Коваленко, - Вестник ХПАДУ, 2011. - Вып. 52 - С. 19-22.

23. Коломієць С. В. Методика визначення впливу транспортних засобів на довкілля на етапі відновлення роботоздатності / С. В. Коломієць // Дев'ята наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених підрозділів університету. - К.: ІТГУ, 2013. - С. 88.

24. Коломієць С. В. Модель системи моніторингу екологічних аспектів технологічних процесів АТП / С. В. Коломієць // Галузеві проблеми екологічної безпеки. - Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів. - Х., 2017. - С. 111-113.

25. Кульчицкий А. Р. Метод оперативного контроля эмиссии дисперсных частиц с отработавшими газами дизелей / А. Р. Кульчицкий. // Віник НУБіП. - 2010. – том. 42. № 2-3. - Р. 81 - 90.

26. Лаврик В. І. Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник/ В. І. Лаврик, В. М. Боголюбов, Л. М. Полетаева [та інш.]; під. ред. В. І. Лаврика - К. : ВЦ Академія, 2010. - 397 с.

27. Луканин В. Н. Промышленно-транспортная экология / В. Н. Луканин, Ю. В. Трофименко - М. : Высш. шк. - 2001. - 273 с.

28. Матейчик В. П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів : монографія. К.: НТУ, 2006. 215 с.

29. Матеріально-технічне забезпечення сільського господарства України: посіб. / [Лупенко Ю. О., Захарчук О. В., Вишневецька О. В. та ін.]; за ред. Ю. О. Лупенка та О. В. Захарчука. – К. : ННЦ ІАЕ, 2015. – 144 с.

30. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД - 86. - Л. : Гидрометеиздат, 1987. - 93 с.

31. Наказ Державного комітету статистики України від 13.11.2008 р. №452 «Про затвердження Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів»

32. Наказ Державного комітету статистики України від 22.04.2011 №98 «Про затвердження Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від використання палива на побутові потреби в домогосподарствах».

33. Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.11.2012 № 710 «Про затвердження Вимог до перевірки конструкції та технічного стану колісного транспортного засобу, методів такої перевірки».

34. Николайкин Н.И. Метод экологической оценки химического и парникового антропогенного загрязнения / Н. И. Николайкин, А. М. Матягин, Ю. В. Смирнова // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2007, № 10. С. 38–40.

35. Підлісецький Г.М. Матеріально-технічна база аграрного виробництва: стан та проблеми відтворення / Г.М. Підлісецький, В.Л. Товстопят, А.В. Бурилко // Агроінком. – 2008. – № 5-6. – С. 34-39.

36. Підлісецький Г.М. Удосконалення переоцінки основних засобів аграрного сектору в системі їх відтворення / Г. М. Підлісецький, М. М. Могилова // Економіка АПК. – 2010. – № 12. – С. 41-47.

37. Пляцук Л. Д. Оцінка викидів шкідливих речовин від ТЗ / Л. Д Пляцук, Р. Л. Васькін, В. О. Соляник, І. В. Васькіна. - Екологічна безпека, 2011. - № 2/2011 (12).-С. 116-118.

38. Проблеми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі / [Я.К. Білоусько, В.О. Бурилко, В.О. Галушко та ін.]; за ред. Я.К. Білоуська. – К.: ННЦ ІАЕ, 2007. – 216 с.

39. Редзюк А. М., Устименко В. С., Клименко О. А., Бондар О. В. Уведення екологічних норм СВРО-3 - СВРО-6 в Україні, аналіз структури парку автомобілів за екологічними ознаками. *Автошляховик України*. 2011. №4. С. 2–6.

40. Сарбаев В. И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / В. И. Сарбаев, С. С. Селиванов, В. И. Коноплев, Ю. П. Демин // Серия «Учебники, учебные пособия». - Ростов н/Д: «Феникс» . - 2(ХУ4. -448 с.

41. Солошич І. О. Сучасні проблеми утилізації відходів на прикладі автотранспортного підприємства / І. О. Солошич, П. В. Папхоненко // дина та довкілля. Проблеми неоекології. - № 3-4. - 2014. - С. 109-111.

42. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарев О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. навч. пос. для студ. вищ. навч. закл. – Львів:Новий світ – 2000, 2004. – 256 с.

43. Технічне забезпечення сільськогосподарських підприємств в Україні / Захарчук О.В. // Економіка АПК. - 2019. - № 2 - С. 48.

44. Ходаківська О. В. Екологізація аграрного виробництва : монографія. К.: ННЦ ІАЕ, 2015. 350 с.

45. Ходаківська О. В. Розвиток екологобезпечного кормовиробництва в умовах радіоактивного забруднення. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З.Гжицького. Том 11. №1 (40). 2009. С. 239-244.

46. Хумарова Н. И. Экологизация инновационных стратегий снижения отходоёмкости производств. Вісник НАН України. 2008. Вип. 2. С.155-160.

47. Царенко А. М. Проблемы маркетинга экологически чистых продуктов питания. Матеріали міжн.

наук.-практ. конф. «Маркетинг у системі управління підприємством», 3-4 жовтня 1996 р. Київ, 1996. С. 48-51.

48. Царенко

А.

М.

Экономические проблемы производства экологической агропромышленной продукции (теория и практика). К. : Аграр. наука, 1998. 256 с.

49. Царенко О. М., Щербань В. П. Світові тенденції розвитку сільського господарства : економіка й екологія. Вісник Сумського державного аграрного університету. Сер. Економіка та менеджмент. 2001. Випуск 1. С. 50-59.

50. Чабан В. Г. Еколого-економічні проблеми охорони природних вод від сільськогосподарського забруднення. Київ : РВПС України НАНУ, 2002. С. 57-60.

51. Engcljchringer K. EmissionRegulationTrends / K. Engcljchringer // Overcoming BS6 & RDE Challengeswith 2020 gettingCloser. - AVL IndiaSeminar. - May 2018.-49 p.

Критерії оцінки істотності критеріїв екологічності

Критерії	1	2	3
Рівні впливу на навколишнє середовище (вірогідність, інтенсивність дії і серйозність наслідків) (Р)	5 клас небезпеки. Речовини практично не небезпечні. Навіть у великій кількості не завдається значного збитку НС.	4 і 3 клас небезпеки. Низький і середній рівень небезпеки. Речовини мало і помірно небезпечні. Можливий значний збиток НС при тривалій дії.	2 і 1 клас небезпеки. Високий і надзвичайно високий рівень небезпеки. Речовини високо і надзвичайно небезпечні. Можливий значний збиток НС навіть при нетривалій дії.
Масштаб вилу (М)	Дія носить місцевий характер, обмежується робочим місцем. Аварійна ситуація маловірогідна.	Дія не виходить за межі санітарної захисної зони. Аварійна ситуація не приведе до впливу на навколишнє середовище поза санітарною захисною зоною.	Дія виходить за межі санітарної захисної зони. Аварійна ситуація приведе до впливу на навколишнє середовище і за межами санітарної захисної зони.
Відповідність законодавчим і нормативним документам (3)	Дія аспекту відповідає вимогам нормативних документів або вимоги відсутні.	Існує можливість порушення законодавства в майбутньому через вірогідність посилювання законодавчих вимог відносно аспекту або з інших причин. Порушуються нормативні вимоги самої організації.	Порушуються вимоги нормативних документів державного або місцевого рівня. Дії аспекту перевищують нормативні показники забруднення (ГДК, ГДВ, ліміти розміщення відходів); відсутні (не оформлені, прострочені) необхідні ліцензії і дозволи, відсутній технологічний регламент. Разове або постійне перевищення узгоджених лімітів.
Суспільна	Аспект не має	В ефективному	В ефективному управлінні

Критерії	1	2	3
значущість і зацікавленість сторін(С)	суспільної значущості. Відсутність скарг і звернень від зацікавлених сторін.	управлінні аспектом зацікавлені акціонери, інвестори, сусідні організації, місцеве населення, постачальники і/або підрядчики.	аспектом зацікавлені державні і суспільні природоохоронні структури. Систематичні звернення від зацікавлених сторін.
Фінансові витрати на доведення до відповідності нормам (Ф)	Не потрібні	Незначні	Значні
Можливість застосувати нову технологію (Т)	Не передбачається, відсутність можливості.	Не передбачається, але можлива	Передбачається (є на ринку і виділені ресурси)
Здатність управляти аспектом (У)	Відсутня необхідність в управлінні аспектом. Відсутня можливість управління аспектом.	Заходи управління вже встановлені або потрібне їх встановлення для попередження порушення норм самої організації.	Заходи управління вже встановлені або потрібне їх встановлення для попередження порушення законодавчих норм.