

sources. ICoRSE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. 2023. Vol. 534. Springer, Cham. P. 233–246.

УДК 662.767.2

ЩОДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

**Скляр О.Г. к.т.н., професор, Скляр Р.В. к.т.н., доцент,
Болтянський Б.В. к.т.н., доцент**

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

Розглянуті питання щодо моделювання технології утилізації органічних відходів. Для опису такої системи у вигляді інформаційної моделі було використано структурно-параметричну схему функціонування технології.

При формуванні та виборі технологій утилізації гною [1-3] найбільш ефективно виходити з умови біологічного обороту поживних речовин, який полягає в отриманні екскрементів від тварин, нормалізації їх складу, що забезпечує активізацію мікрофлори ґрунту та харчування сільськогосподарських рослин, при активному впливі на систему зовнішніх впливів. Зовнішніми впливами є господарські умови, технології, що застосовуються, які складаються з процесів та операцій, а також технічні засоби для виконання операцій.

Модель багаторівневого процесу технологічного проектування з пороговими відборами рішень на кожному рівні характеризується високою ефективністю, тому що користувач на кожному етапі проектування має можливість відібрати кілька варіантів найближчих до найкращого варіанту [2,4]. На останній стадії проектування вибирається один остаточний варіант, який, на думку користувача, ґрунтуючись на його кваліфікації та компетентності, відповідає критерію якості [5,6].

Процес проектування включає наступні, послідовно здійснені етапи [2,4]:

1. Обстеження господарства, для якого обирається технологія.
2. Збір та класифікація вихідних даних про виробничі умови.
3. Порівняння вихідних даних з обмеженнями застосування технології, що містяться в блоці баз даних ПЕОМ.
4. Формування технології утилізації гною, посліду та її варіантів з обліком умов господарства.
5. Прийняття рішення про можливість вибору технології із заданими вихідними параметрами для умов даного господарства.

Алгоритми вибору раціональних варіантів технологічних процесів складені у формі імплікацій.

Наукова основа формування технологій – метод проектування технологій та засобів, що мають найбільшу ефективність у заданих умовах, заснований на математичній моделі або ієрархії моделей, що адекватно описує проєктований процес та дозволяє за допомогою сучасних обчислювальних засобів поєднати

процеси постановки та вирішення задачі.

При формалізованому описі системи утилізації гною, посліду з отриманням органічних добрив виходили з того, що задача дослідження технологій може бути представлена як двоточкова, що формується наступним чином [2]: необхідно перевести систему з деякого початкового стану X_0 в кінцевий стан X_m за часовий інтервал T при впливах на вектор керування. Модель отримання органічних добрив у загальному вигляді представлена рис. 1.

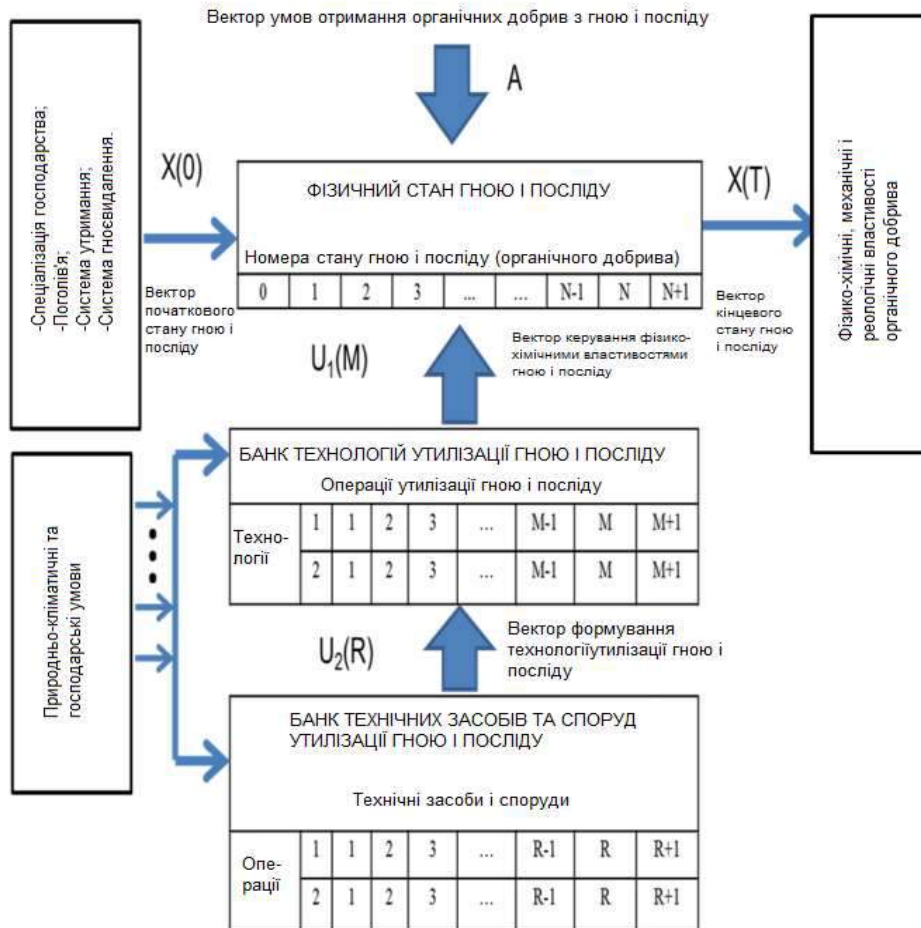


Рис. 1 - Модель отримання органічних добрив у загальному вигляді

Вектор керування U_1 складається з безлічі технологій M , якими визначається як вид органічного добрива, так і основні його показники в кінці тимчасового інтервалу та завершальної операції N , вектору X_T .

Кожна з технологій складається з безлічі операцій, для виконання яких використовуються різні технічні засоби (множини U_2). Складом технічних засобів визначається обрана технологія утилізації гною, посліду та вид органічного добрива.

Таким чином, процес утилізації гною та посліду є складною багатопараметричною системою, модель функціонування якої має багатоступінчасту структуру, що включає моделі окремих процесів і явищ та їх взаємозв'язків, і враховує умови отримання органічних добрив [1,7].

Вектор умов отримання органічних добрив із гною та посліду характеризує

поєднання факторів, що впливають на якість одержуваних органічних добрив. У запропонованій моделі основним показником якості прийнято кількість азоту в одній тонні готового органічного добрива щодо вмісту азоту N у вихідному гною, посліді. Інші показники якості органічних добрив, такі як відсутність патогенної мікрофлори, гранулометричний склад тощо, виступають як обмеження.

Фактори, що впливають на збереження азоту в процесі утилізації гною та посліду [2,4], показані у вигляді інформаційної моделі, представленої на рис. 2:

Q_N^1 - кількість N доведеної до рослини;

Q_N - кількість N у свіжому гною (посліді);

W – вологість гною, посліду;

C/N - співвідношення вуглецю до азоту у вихідному гною/посліді;

T_{mex} - інтенсивність технології (час переробки, температурний режим, кількість технологічних операцій);

$T_{вн}$ - технологія внесення (кількість технологічних операцій, час від моменту розподілу добрив до закладення в ґрунт);

q – якість виконання технологічних операцій;

N_a - природно-кліматичні умови.

Поєднання факторів, що впливають, повинно забезпечувати: $Q_N^1 \rightarrow max$.

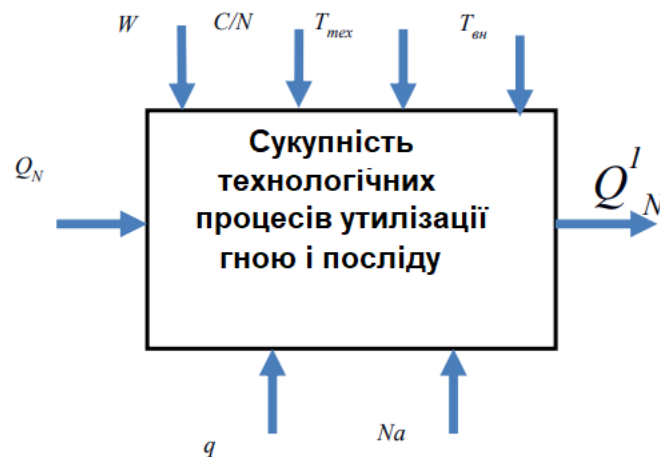


Рис. 2 - Інформаційна модель впливу факторів на збереження азоту

При цьому на всі фактори, крім N_a , можна впливати, тобто, керувати.

До цього часу комплексних досліджень з визначення залежності динаміки збереженості азоту від перерахованих вище факторів та їх поєднання не проводилося. Основною причиною цього була складність і висока вартість проведення експериментальних досліджень, відсутність методів формалізації та кількісного подання якісних інформаційних компонентів, та, крім того, складність та апріорна невизначеність процесів, явищ та взаємодій, що протікають у процесі утилізації гною та посліду.

Для вирішення задачі визначення динаміки збереженості азоту в даній роботі запропоновано логіко-лінгвістичний метод формалізації моделей нечітких багатовимірних систем [2,7].

Огляд методів та моделей для формування та вибору технологій і комплексів технічних засобів, дозволив обґрунтувати метод проектування

технологій утилізації гною та посліду [2,8]. На першому етапі проводиться науковий аналіз та формалізований опис системи, що розкриває особливості алгоритму її функціонування та характер взаємодії вхідних та вихідних показників. Другий етап передбачає розробку математичної моделі. Для великих багатопараметричних систем це, як правило, комплекс математичних моделей різного виду, що забезпечують моделювання процесів системи в цілому та окремих її складових, а також взаємозв'язку між ними. На третьому етапі обґрунтовуються критерії оцінки, які враховують усі основні показники об'єкта. Четвертим етапом є збір та обробка інформації про умови функціонування системи. У разі це побудова моделей оцінювання збереженості азоту залежно від діючих чинників. П'ятий етап, що передбачає формування технологій та комплексів технічних засобів у діалоговому режимі. При цьому алгоритмічному та програмному забезпеченню відводяться функції оперативного розрахунку елементів системи з урахуванням розроблених математичних моделей. На наступних етапах проектування здійснюється аналіз результатів проектування та перевірки адекватності математичних моделей.

Список використаних джерел

1. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2, b. Pp. 183–188.
2. Скляр О. Г., Комар А. С. Теоретичні аспекти моделювання машинної технології утилізації органічних відходів. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 23, т. 1. С. 104 – 114. DOI: 10.31388/2078-0877-2023-23-1-104-115.
3. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник/ Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
4. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 2. №9. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-9.
5. Григоренко С. М. Моделювання та оптимізація річного обороту стада великої рогатої худоби. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. №13. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-13.
6. Григоренко С. М. Методика моделювання та оптимізації структури посівних площ. *Науковий вісник ТДАТУ*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 1. №7. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-1-7.
7. Скляр Р.В. Доцільність використання економіко-математичних моделей в сільському господарстві. *Інноваційні технології в АПК: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Луцьк: Луцький НТУ. 2021.С. 122-124.
8. Скляр Р.В. Основні принципи побудови та аналіз математичних моделей технологічних процесів. *«Молодь і технічний прогрес в АПК»: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 263-266.