

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

Яценко Юрій Васильович



УДК 631.3:636.085

РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНИХ
ЗАСОБІВ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ В УМОВАХ
ГОСПОДАРСТВА

05.05.11 – Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Інституті тваринництва Національної академії аграрних наук України.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Піскун Віктор Іванович,
Інститут тваринництва НААН, завідувач лабораторії технологій у скотарстві.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Дмитрів Василь Тарасович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
професор кафедри механіки та автоматизації
машинобудування;

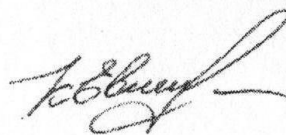
кандидат технічних наук, доцент
Токарчук Олексій Анатолійович,
Вінницький національний аграрний університет,
доцент кафедри технологічних процесів та обладнання
переробних і харчових виробництв

Захист дисертації відбудеться «24» грудня 2019 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.832.04 в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44.

Автореферат розісланий «20» листопада 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Є. І. Калінін

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Створення всебічно розвинутого та високорентабельного агропромислового виробництва, у тому числі й у тваринництві, можливе лише на основі прискореного освоєння досягнень науки і техніки та є однією з умов стабільного соціально-економічного розвитку країни.

Необхідність інтенсифікації всіх галузей тваринництва, без якої неможливий перехід на ринкові умови господарювання, значно підняла значення виробництва комбікормів.

Приготування комбікормів в умовах господарств пов'язано з багатьма проблемами, головна з них – відсутність ресурсозберігаючих технологій, які розроблені на основі оптимізації складу та комплексу машин технологій механізованого виробництва комбікормів а також проектів потокових ліній і цехів необхідної продуктивності, які забезпечують відповідну якість комбікормів та легко вписуються в існуючі будівлі на фермах.

Отже, оптимізація складу та комплексу машин технологій механізованого виробництва комбікормів, створення засобів механізації, які забезпечать ефективне приготування комбікормів і білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) в умовах господарства, є актуальною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано відповідно до: НДР, що фінансуються за рахунок коштів державного бюджету за державними науковими програмами і тематичними планами науково-дослідного Інституту тваринництва НААН розділ 31.02/016 «Розробити ресурсощадні технологічні лінії та засоби механізації по утриманню свиней, приготуванню кормів та підготовки стоків до утилізації із одержанням поновлювальних джерел енергії» (0106U010158).

Мета дослідження: обґрунтування ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів та БВМД із комплектом машин в умовах господарства.

Завдання дослідження:

– провести аналіз існуючих технологій механізованого виробництва комбікормів і засобів механізації та визначити напрямки їх удосконалення;

– розробити структурні й операторні моделі ресурсозберігаючих технологій механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками елементів технології в умовах господарств;

– на основі теорії багатокритеріального аналізу та графів провести обґрунтування оптимальної стратегії формування ресурсозберігаючих технологій механізованого виробництва комбікормів та комплексів машин в умовах господарства;

– розробити схеми варіантів ресурсозберігаючих технологій механізованого виробництва комбікормів і БВМД із комплексом машин в умовах господарства;

– провести комп'ютерне моделювання блока дозування та завантаження змішувача ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарства та обґрунтувати конструктивні параметри бункера вагового дозатора з оптимізацією площі бокової поверхні;

- обґрунтувати вибір основного обладнання ресурсозберігаючої технології виробництва комбікормів: дробарки, вагового дозатора та змішувача;
- розробити, виготовити, змонтувати, провести дослідження і виробничу перевірку ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів та комплекту машин в умовах господарства;
- дати техніко-економічну характеристику ефективності використання ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів та засобів механізації в умовах господарства.

Об'єкт дослідження: процеси механізованого виробництва комбікормів в умовах господарства.

Предмет дослідження: обґрунтування параметрів та процесів технології механізованого виробництва комбікормів і комплексу машин в умовах господарства.

Методи дослідження: методологічною основою роботи є використання системного підходу під час досліджень. Теоретичні дослідження базувалися на положеннях механіки суцільного середовища, теорії графів та багатокритеріального аналізу. Імітаційне моделювання технологій механізованого виробництва комбікормів в умовах господарства та багатокритеріальний аналіз із застосуванням обчислювальних програм MATLAB. Для визначення оптимальних співвідношень конструктивно-технологічних параметрів розробленого змішувача застосовано методіку планування факторного експерименту. Нові технологічні та конструктивні рішення досліджували на фізичних моделях і натурних зразках у виробничих умовах. Під час експериментальних досліджень застосовано як розроблені, так і установлені відповідними діючими державними стандартами, методи випробувань. Опрацювання результатів експериментальних досліджень виконувалася із застосуванням стандартних комп'ютерних програм, розроблених на базі математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів:

Вперше:

- на основі теорії графів та багатокритеріального аналізу проведено обґрунтування оптимальної стратегії формування ресурсозберігаючих технологій механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками та комплексів машин в умовах господарства з навантаженим резервуванням дозаторів і змішувачів.

Отримали подальший розвиток:

- підходи що до оптимізації складу комплексу машин технологій механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками та навантаженим резервуванням дозаторів і змішувачів в умовах господарства;
- розробити ресурсозберігаючу технологію механізованого виробництва комбікормів і БВМД із комплексом машин в умовах господарств;
- обґрунтовано параметри та технологічні режими роботи засобів механізації приготування комбікормів і БВМД в умовах господарств;
- розроблена ресурсозберігаюча технологія механізованого виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарств захищена двома патентами України.

Удосконалено: технологічний процес змішування та встановлено закономірність впливу робочих органів удосконаленого змішувача на виконання технологічного процесу змішування.

Практична значимість отриманих результатів:

– обґрунтовано й реалізовано ресурсозберігаючу технологію механізованого виробництва комбікормів в умовах господарства та отримано річний економічний ефект у розмірі 29,53 грн/т;

– обґрунтовано і практично реалізовано комплекс машин: вагові дозатори та удосконалений змішувач інгредієнтів комбікормів.

Матеріали розробки ресурсозберігаючої технології виробництва комбікормів в умовах господарства передані в господарства Полтавської області: СТОВ «Андріївка» Диканського району, ПАФ «Україна» Великобагачанського району, ПП «імені Калашника» та ТОВ НВП «Інтерагросервіс» м. Полтава.

Виробничу перевірку ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів в умовах господарства проведено в ДП ДГ «Гонтарівка» Інституту тваринництва НААН Харківської області, строк окупності по прийнятому рішенню становить 0,11 року та дає змогу знизити питомі капітальні вкладення на 1 тону виробленого комбікорму на 40,93 грн або на 41,8 %, та отримати річний економічний ефект у розмірі 29,53 грн/т.

Особистий внесок здобувача. Результати теоретичних та експериментальних досліджень, які виносяться на захист, отримані автором самостійно та викладені в роботах [1–19]. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать: визначення ефективності технології виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарства [1, 9], обґрунтування вибору дробарок лінії виробництва комбікормів в умовах господарства [2], розробка технології механізованого виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарства [3, 6], оцінка економічної ефективності запропонованої технології виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарств [4, 12], проведення дослідження по подрібненню інгредієнтів комбікормів в умовах господарства [10, 14, 15], проведення експериментів, аналіз даних, обґрунтування параметрів пристроїв [5, 7, 13, 18, 19], підготовки розділів 5 та 6 монографій [11], при написанні патентів на корисну модель сформульовано відмінну частину формули винаходу [16, 17].

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи оприлюднені автором на: вчених радах Інституту тваринництва НААН (Харків, 2006–2013 рр.); засіданнях координаційно-методичної ради науково – технічної програми «Свинарство» в Інституті свинарства ім. О. В. Квасницького НААН України (Полтава, 2007–2010 рр.); на XVI Міжнародній науково-технічній конференції «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві» (ННЦ Інститут механізації і електрифікації сільського господарства; Глеваха, 30.09.2008 р.); на Міжнародних науково-технічних конференціях «Сучасні напрямки вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві» (ХНТУСГ ім. П. Василенка; Харків, 20.03. 2014 р., 2016 р.); на XII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Науковий

прогрес у тваринництві і птахівництві» (Харків, 30.10.2018р.); на Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні розробки в аграрній сфері» (Харків, 28.11.2018 р.); на IV міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасний рух науки», присвяченій головній місії Міжнародного електронного науково-практичного журналу «WayScience» – «Прокласти шлях розвитку сучасної науки від ідеї до результату» (Дніпро, 06.12.2018); «Актуальні питання технологій продукції тваринництва». III Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція (Полтава, 30.10.2018 р.); на III Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції: «Енерго- і ресурсозберігаючі технології та машини в переробних та харчових виробництвах» (Полтава, 03.12.2018 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 19 наукових працях, у тому числі: 9 статей у спеціалізованих наукових виданнях України; 3 видання, що включено до міжнародної наукометричної бази – [8, 18, 19]; 2 публікації в закордонних виданнях; 2 тези у збірниках доповідей наукових конференцій; 1 – інші публікації; отримано 2 патенти.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації складає 308 сторінок, у тому числі 16 додатків на 88 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 284 сторінок, 86 рисунків, 15 таблиць. Список використаних джерел нараховує 255 найменувань на 22 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ до дисертаційної роботи містить такі положення: актуальність теми; зв'язок роботи з науковими програмами; мету та завдання досліджень; наукову новизну одержаних результатів; практичне значення одержаних результатів; особистий внесок здобувача; інформацію про апробації та публікації; відомості про структуру роботи.

У першому розділі наведено класифікацію та огляд з питань механізованого виробництва комбікормів. Вітчизняна і світова практика свідчать, що комбікорми повинні вироблятися по двох напрямках: складні комбікорми і БВД на комбікормових заводах, а більш прості – на базі промислових БВД і БВМД господарствах.

Значний вклад у розробку та обґрунтування технологій комбікормового виробництва та устаткування внесли вчені: В. А. Афанас'єв, М. В. Брагінець, І. Г. Бойко, М. А. Боріскіна, І. П. Белехова, П. М. Василенко, В. П. Горячкін, В. І. Дешко, Б. В. Єгоров, В. І. Земсков, С. М. Кукта, А. П. Левицький, С. Е. Маркарян, О. В. Нанка, С. В. Мельніков, І. Т. Мерко, В. А. Панфілов, В. І. Піскун, І. І. Ривенко, В. І. Сироватка, В. В. Шацкій, М. І. Шаферман, В. Я. Черкун, Н. С. Яковлев, А. А. Яцевич та низка інших вчених.

В основу удосконалення технологій механізованого виробництва комбікормів та засобів механізації необхідно покласти вирішення протиріч між отриманням високоякісних комбікормів і великими витратами матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів. Головний шлях їх подолання створення ресурсозберігаючих технологій та засобів механізації виробництва комбікормів

в умовах господарств. У даному розділі сформульовано мету дисертаційної роботи та завдання досліджень.

У другому розділі розглянуто технологію механізованого виробництва комбікормів, яка має відповідну структуру та елементну базу, вона представляє собою набір технологічних операцій, які об'єднані в певну фізичну систему, що забезпечує умови для отримання комбікормів відповідної якості.

На основі аналізу літератури та досвіду виробництва були розроблені структурні схеми технологій механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками різної продуктивності для умов господарств (рис. 1).

Структурна технологічна схема варіант № 1, патент на корисну модель № 38620, продуктивністю 2 т/год. із навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів, рис. 1 (I) та варіант № 2, патент на корисну модель № 43375 продуктивністю 2 т/год з навантаженим резервуванням змішувачів, рис. 1 (II). Структурна технологічна схема варіант № 3, продуктивністю 3 т/год із навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів рис. 1 (III), та варіант № 4, продуктивністю 4 т/год із навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів, рис. 1 (IV).

Структурними моделями передбачається: по першому варіанту подача інгредієнтів комбікормів із одних і тих же бункерів до двох вагових дозаторів і в подальшому до двох змішувачів; по другому варіанту – до одного вагового дозатора і до двох змішувачів; по третьому варіанту – до двох вагових дозаторів і в подальшому до трьох змішувачів; по четвертому варіанту – до двох вагових дозаторів і до чотирьох змішувачів.

Основні положення оптимізації складу комплексу машин технологій механізованого виробництва комбікормів в умовах господарства.

Найбільш узагальненою постановкою завдання оптимізації складу комплексу машин для забезпечення технологічного процесу виробництва комбікормів в умовах господарства, є така: знайти мінімум функції кількох змінних:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min, \quad (1)$$

коли на змінні x_1, x_2, \dots, x_n накладаються обмеження-рівності:

$$\begin{cases} h_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0; \\ i = \overline{1, n_h}; \end{cases} \quad (2)$$

обмеження-нерівності:

$$\begin{cases} g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0; \\ i = \overline{1, n_g}; \end{cases} \quad (3)$$

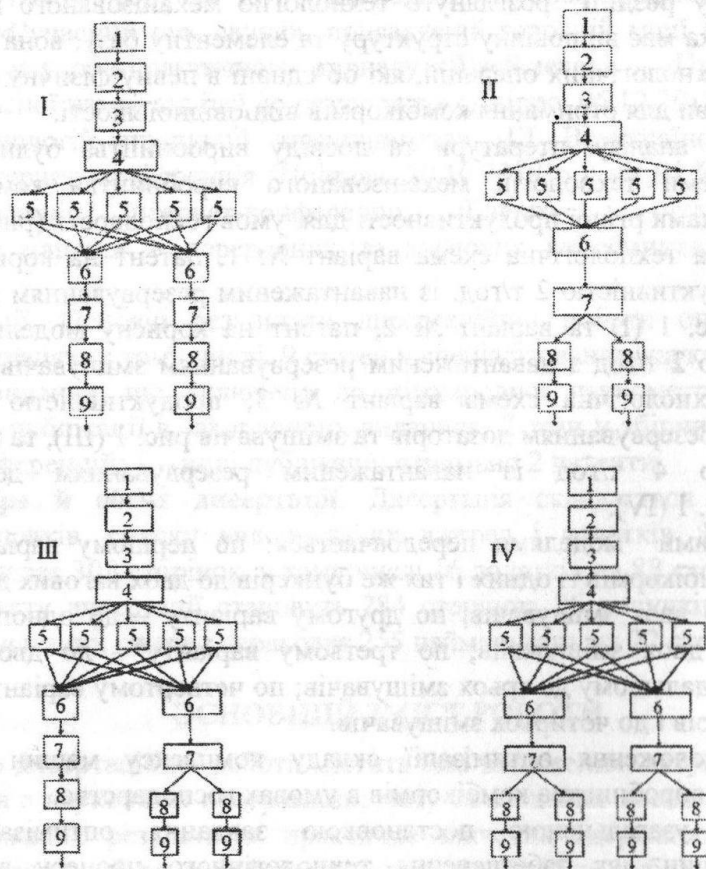
та обмежуються границі змінювання змінних:

$$\begin{cases} x_i^- \leq x_i \leq x_i^+; \\ i = \overline{1, n}. \end{cases} \quad (4)$$

При цьому кількість обмежень-рівностей (3) не має перевищувати кількості змінних: $n_h \leq n$. Обмежень-нерівностей n_g може бути скільки завгодно.

Із точки зору теорії операцій та стратегічного планування вибір варіанта виконання окремої операції є частковою стратегією, а перелік (комбінація) усіх

часткових стратегій (по одній для кожної операції) – (повною) стратегією виконання технологічного процесу T .



I – варіант № 1; II – варіант № 2; III – варіант № 3; IV – варіант № 4

1 - транспортування інгредієнтів комбікормів; 2 – подрібнення;

3 - транспортування; 4 – розподіл; 5 – накопичення; 6 – дозування;

7 – транспортування; 8 – змішування; 9 – транспортування

Рисунок 1 – Структурні схеми технологій механізованого виробництва комбікормів з гнучкими зв'язками різної продуктивності в умовах господарства

Дискретну скінченну множину всіх таких припустимих стратегій позначимо C , а її потужність (кількість елементів) – S . Ставиться завдання пошуку такої стратегії $C_k \in C$ ($k=1, 2, \dots, S$) виконання технологічного процесу T , яка забезпечувала б екстремальне значення найбільшої кількості показників ефективності.

Отже, ми маємо багатокритеріальне завдання оптимізації, та ще й на дискретній множині C . Конкретного результату найпростіше досягти за методом оцінки інтегрального критерію відстані до цілі. Отже, найбільш загальна математична постановка завдання знаходження оптимального технологічного процесу виробництва комбікормів зводиться до пошуку:

$$\text{Min}_{C_k \in C, k=1, S} N(C_k),$$

(5)
де N – загальний критерій виконання технологічного процесу T , побудований таким чином, щоб найкращій технології відповідав його мінімум; C_k ($k=1, 2, \dots, S$) – стратегії виконання технологічного процесу; C – дискретна скінчена множина стратегій, яка містить S елементів.

Ми будемо застосовувати саме цей підхід: згортання всіх критеріїв до одного N за допомогою нормування.

У той же час є кілька критеріїв оптимальності, причому частину з яких треба максимізувати, а частину – мінімізувати. Розглянемо особливості згортання цих вісьмох критеріїв нашої задачі до одного критерію N , що підлягає мінімізації. Загальну схему такого згортання та подальшого розв'язання задачі подано на рис. 2. На рис. 2 усі наші орієнтовані граfi – це елементи множини стратегій C , а їхні показники ефективності – сітка після першої стрілки.

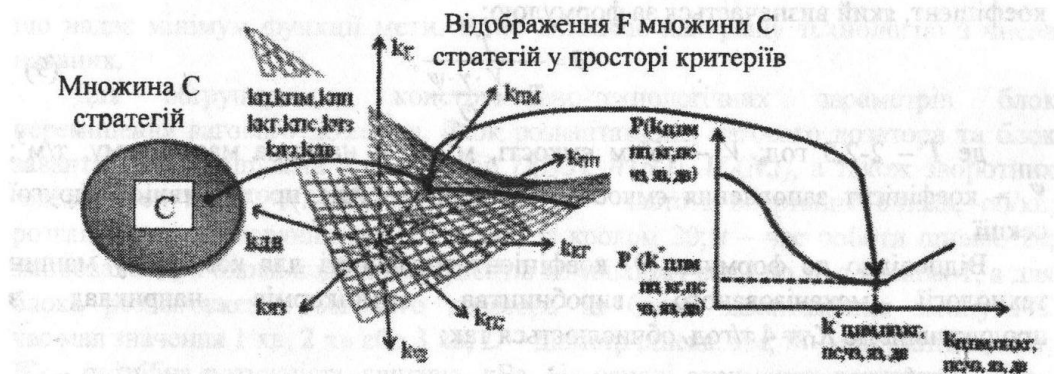


Рисунок 2 – Схема стратегій прийняття рішень з урахуванням багатьох критеріїв

Мета – перейти від вектора до скаляра (друга стрілка на рис. 2). Тоді ми зможемо порівнювати різні технології (стратегії) та обрати найкращу (графік знизу на рис. 2). Показниками ефективності кожної стратегії є такі вісім критеріїв: продуктивність K_{Π} ; питома металоємність $K_{\Pi\text{М}}$; питома установлена потужність $K_{\Pi\text{П}}$; коефіцієнт готовності K_{Γ} ; питома складність $K_{\Pi\text{С}}$; якість змішування $K_{\text{яз}}$; час змішування $K_{\text{чз}}$; допустима вологість змішування $K_{\text{дв}}$. Продуктивність K_{Π} (у тонах/год) задається варіантом використовуваного комплексу машин технології механізованого виробництва комбікормів. Вона може становити 1, 2, 3 або 4 тонни на годину.

Питома металоємність $K_{\Pi\text{М}}$ – визначається:

$$K_{\Pi\text{М}} = \frac{1}{K_{\Pi}} \sum_{k=1}^n m_k; \quad (6)$$

де m_k – маса k -го елемента комплексу машин технології механізованого виробництва комбікормів; n_e – загальна кількість елементів комплексу машин технології механізованого виробництва комбікормів.

Питома установлена потужність – це сумарна потужність усіх споживачів електричної енергії, що містяться в комплексі машин технології механізованого виробництва комбікормів i , поділена на продуктивність:

$$K_{\text{м}} = \frac{1}{K_{\text{п}}} \sum_{k=1}^{n_e} P_k; \quad (7)$$

де P_k – потужність k -го споживача електричної енергії комплексу машин технології механізованого виробництва комбікормів; n_e – загальна кількість споживачів електричної енергії.

Коефіцієнт готовності K_{Γ} обчислюється відповідно до структурної схеми того чи іншого варіанта комплексу машин технології механізованого виробництва комбікормів. Для багатосекційної системи з гнучким зв'язком її коефіцієнт готовності K_{Γ} обчислюється:

$$K_{\Gamma} = [K_2^{-1} + \delta(K_1^{-1} - 1)]^{-1}, \quad (8)$$

де K_1, K_2 – коефіцієнти готовності комплексу машин технології механізованого виробництва комбікормів відповідно першої та другої секцій; δ – коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$\delta = \frac{T}{T + \frac{V \cdot \gamma \cdot \psi}{Q_n}}, \quad (9)$$

де T – 2-2,5 год; V – об'єм ємкості, м^3 ; γ – насипна маса корму, $\text{т}/\text{м}^3$; ψ – коефіцієнт заповнення ємкості; Q_n – технологічна продуктивність другої секції.

Відповідно до формули (9) коефіцієнт готовності для комплексу машин технології механізованого виробництва комбікормів наприклад з продуктивністю $K_{\text{п}} = 4$ т/год. обчислюється так:

$$K_{\Gamma} = \left\{ \left[1 - \prod_{i=1}^{n=2} \left[\prod_{j=1}^6 a_{ij} \left(1 - \prod_{k=1}^{n=2} \left[1 - \prod_{l=1}^9 a_{kl} \right] \right) \right] \right] \right]^{-1} + \frac{T}{T + \frac{V \gamma \cdot \psi}{Q_n}} \left(\left(\prod_{i=1}^5 a_{ii} \right)^{-1} - 1 \right) \right\}^{-1}. \quad (10)$$

де a_i – коефіцієнти готовності елементів схеми.

Питома складність $K_{\text{пс}}$ технологічної схеми обчислюється за формулою:

$$K_{\text{пс}} = \frac{1}{K_{\text{п}}} \left\{ \ln \left[\frac{\sum_{i=1}^N p_{ii} \cdot (N + n_1 + n_2)}{N^2} \right] + 1 \right\} N, \quad (11)$$

де n_1 – кількість транспортних машин; n_2 – кількість бункерів; p_{ii} – число станів системи, обумовлене режимом роботи технологічних машин; N – число технологічних машин у системі.

Коефіцієнт якості змішування $K_{\text{яз}}$ для тієї чи іншої технології, час змішування $K_{\text{чз}}$ (у хвиликах) та допустима вологість змішування $K_{\text{дв}}$ визначається конструктивно технологічними характеристиками змішувача.

Відповідно до цієї залежності нормовані значення за всіма критеріями оцінки в ідеалізованому варіанті будуть рівні одиниці.

Для порівняльної оцінки за комплексним показником на основі методу багатокритеріального аналізу знаходимо відносну відстань $N(C_k)$ для кожного альтернативного рішення з виразу:

$$N(C_k) = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^n - \sum_{i=1}^n u_{i_0}^n}{\sum_{i=1}^n u_{i_0}^n}, \quad (12)$$

де n – кількість оцінюваних критеріїв.

У нашому випадку всі параметри тепер нормовані, мають однаковий масштаб, тому отримуємо з них функцію мети шляхом обчислення:

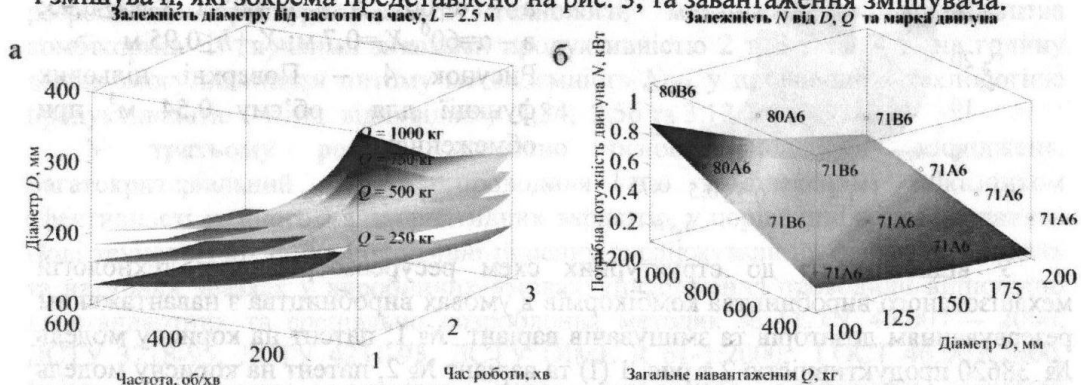
$$N(C_k) = \frac{\sum_{i=1}^8 u_{ik}}{8} - 1. \quad (13)$$

Таким чином, було знайдене те значення аргумента,

$$C_{\min} = \arg \operatorname{Min}_{C_k \in C, k=1,5} N(C_k), \quad (14)$$

що надає мінімум функції мети. Воно визначає найкращу технологію з числа наявних.

Для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів блок переміщення вагового дозатора, блок розвантаження вагового дозатора та блок завантаження змішувача для функцій $D(N,t)$, $W(N,t)$, $W_d(N,t)$, а також зворотних залежностей $t(N,D)$, $t(N,W)$, $t(N,W_d)$, де: N – частота обертання шнека, об/хв; розглядалося змінювання від 80 до 600 із кроком 20; t – час роботи шнека, хв; змінювався для блока подачі інгредієнтів комбікорму від 4 до 10 з кроком 1, а для блока розвантаження вагового дозатора та блока завантаження змішувача, час мав значення 1 хв, 2 хв або 3 хв; D – діаметр шнека, мм; W – потужність, кВт; W_d – потрібна потужність двигуна, кВт. На основі отриманих результатів були побудовані поверхні цільових функцій при вазі завантажуваних інгредієнтів комбікормів 250 кг, 500 кг, 750 кг та 1000 кг розвантаження інгредієнтів комбікормів та переміщення вагового дозатора. Обґрунтовано вибір основного обладнання ресурсозберігаючої технології виробництва комбікормів і БВМД. Основне обладнання, яке входить до складу технології виробництва комбікормів – дробарки, норії, шнеки, бункери накопичення інгредієнтів комбікормів, дозатори і змішувачі, які зокрема представлено на рис. 3, та завантаження змішувача.



а – розвантаження інгредієнтів комбікормів; б – переміщення вагового дозатора
Рисунок 3 – Поверхні цільових функцій блоків - розвантаження інгредієнтів комбікормів та переміщення вагового дозатора

Було проведено оцінку дробарок за питомими біоенергетичними витратами. Установлено, що найменші питомі сукупні витрати енергії при подрібненні інгредієнтів комбікормів спостерігаються при використанні дробарки типу «Харків'янка», які становлять 113,02 МДж/т. Застосування дробарки типу «Харків'янка» дає змогу знизити питомі сукупні витрати енергії на 14,87 %, 21,16 %, 40,67 %, 49,19 % у порівнянні з дробарками типу «ДЗ-3», «А1ДМ2Р», «КД-2» та «Д-2» відповідно. Тому для комплектації технологічної лінії вибрали дробарки типу «Харків'янка».

Перед виготовленням вагових дозаторів провели оптимізацію розмірів бокової поверхні. Було отримано вираз для функції двох змінних:

$$S_{(x_1, x_2)} = \frac{3X_1^4 + 8\sqrt{3}X_1^3X_2 + 16X_1^2X_2^2 + 24\sqrt{3}X_1 + 16\sqrt{3}X_2}{2X_1(4X_2 + \sqrt{3}X_1)}, \quad (16)$$

де V – об'єм бункера, м^3 ; X_1 – ширина бункера, м ; X_2 – висота прямої частини бункера, м .

Використовуючи математичний пакет MATLAB, визначили оптимальні площі бокової поверхні вагового дозатора для об'ємів $0,54 \text{ м}^3$; $1,0 \text{ м}^3$; $1,5 \text{ м}^3$ та $2,0 \text{ м}^3$ з трьома варіантами обмежень. Були отримані поверхні цільових функцій для цих об'ємів. На рис. 4, як приклад, представлено поверхні цільових функцій для об'єму $0,54 \text{ м}^3$. Мінімальна площа бокової поверхні становить $4,23 \text{ м}^2$ при об'ємі бункера $0,54 \text{ м}^3$, та обмеження $\alpha = 60^\circ$, $X_1 = 0,7 \text{ м}$; $X_2 + h \leq 0,95 \text{ м}$.

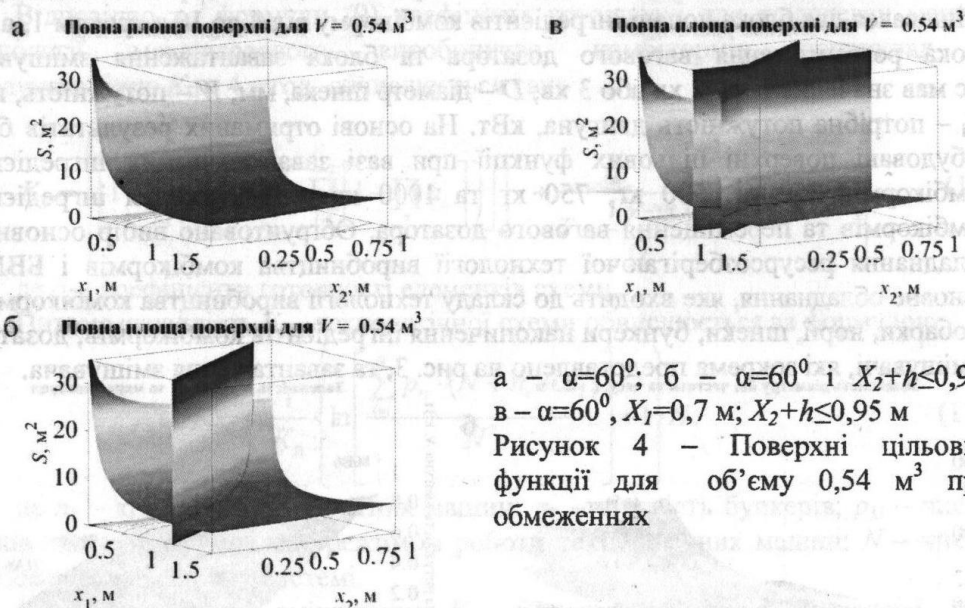


Рисунок 4 – Поверхні цільових функцій для об'єму $0,54 \text{ м}^3$ при обмеженнях

У відповідності до структурних схем ресурсозберігаючих технологій механізованого виробництва комбікормів в умовах виробництва з навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів варіант № 1, патент на корисну модель № 38620 продуктивністю 2 т рис. 1 (I) та варіант № 2, патент на корисну модель № 43375, були розроблені та виготовлені вагові дозатори, які забезпечують вивантаження інгредієнтів комбікормів в одному та у двох протилежних напрямках відповідно.

Був проведений багатокритеріальний аналіз обладнання для змішування інгредієнтів комбікормів горизонтального змішувача СК-15Н та вертикального змішувача СКВ. Установлено, що за комплексним показником ефективності суттєву перевагу має горизонтальний змішувач СК-15Н, для якого цільова функція за розглянутими критеріями є найменшою і становить 0,25 при тому, що цільова функція для вертикального змішувача СКВ гірша в 1,64 раза. Тому для комплектації запропонованої технологічної лінії механізованого виробництва комбікормів була вибрана схема горизонтального змішування.

На основні положень оптимізації складу комплексу машин технологій механізованого виробництва комбікормів в умовах господарства були розроблені програмні засоби у математичному пакеті MATLAB та проведене імітаційне моделювання.

Багатокритеріальний аналіз технологій виробництва комбікормів і БВМД із гнучкими зв'язками в умовах господарства дав змогу установити, що за комплексним показником ефективності кожного з альтернативних варіантів, у порівнянні з ідеалізованим, суттєву перевагу технології продуктивністю 4 т/год Х-ДД-Г34 із використанням дробарки типу «Харків'янка», двох вагових дозаторів із переміщенням інгредієнтів у двох напрямках, чотирма горизонтальними змішувачами, для якої цільова функція за розглянутими критеріями є найменшою і становить 0,0347, при тому, що цільова функція технології продуктивністю 1 т/год гірша в 59,45 раза. Також було установлено, що за комплексним показником ефективності кожного з альтернативних варіантів, у порівнянні з ідеалізованим, суттєву перевагу технології продуктивністю 2 т/год дробарки типу «Харків'янка», вагового дозатора з переміщенням інгредієнтів у двох напрямках, двома горизонтальними змішувачами, із навантаженням резервуванням змішувачів для якої цільова функція за розглянутими критеріями є найменшою і становить 0,0106, при тому, що цільова функція технології продуктивністю 2 т/год із навантаженням резервуванням дозаторів та змішувачів дробарки ДЗ, вагових дозаторів із переміщенням інгредієнтів в одному напрямку, вертикального змішувача шнекового, для якої $N(C_k) = 2,0629$ та гірша в 63,33 раза. З'ясовано, що розроблені структурні схеми технологій механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками продуктивністю 2 т, 3 т та 4 т на годину дають змогу зменшити питому металоємність $K_{ТМ}$, у порівнянні з технологією продуктивністю 1 т/год відповідно у 1,84, 2,56 та 3,12 раза.

У третьому розділі наведено основні методики досліджень. Багатокритеріальний аналіз проводили за комплексним показником ефективності кожного з альтернативних варіантів, у порівнянні з ідеалізованим. Нові технологічні та конструктивні рішення досліджували на фізичних моделях та натурних зразках у виробничих умовах. Дослідження проводили відповідно до стандартних та спеціально розроблених методик за ГСТУ 46.007 – 2000, ДСТУ 3218-95, ДСТУ 4231-95, ДСТУ OIML R 61-1:2000, ГОСТ 46.007-2000. Якість змішування визначали через визначення коефіцієнта варіацій контрольного компонента. Для визначення оптимальних співвідношень конструктивно-технологічних параметрів розробленого змішувача застосовано

методика планування факторного експерименту. Опрацювання результатів експериментальних досліджень виконували із застосуванням стандартних комп'ютерних програм, розроблених на базі математичної статистики.

У четвертому розділі представлені розроблені, на базі виконаних досліджень, оригінальні технології механізованого виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства з навантаженим резервуванням дозаторів і змішувачів, структурні моделі яких наведено на рис. 1 варіант № 1 та варіант № 2. Варіанти технологій відрізняються тим, що у варіанті № 1 використовуються два пересувні вагові дозатори, які встановлено з можливістю пересування уздовж витратних бункерів; та змішувачі інгредієнтів комбікормів за кількістю вагових дозаторів.

У варіанті № 2, використовується один пересувний ваговий дозатор, який забезпечує вивантаження компонентів сировини у двох протилежних напрямках, та встановлений із можливістю пересування уздовж витратних бункерів і змішувачі інгредієнтів комбікормів, на два більше ніж вагових дозаторів.

Результати дослідження технологічної лінії свідчать, що подрібнення інгредієнтів комбікормів на дробарці типу «Харків'янка» на ситі з вічками діаметром 3 мм забезпечує отримання модуля помелу: для зерноsumіші в межах від 2,6 мм до 2,9 мм, шроту – (1,6–1,8) мм, кукурудзи – (2,3–2,4) мм. Середнє значення модуля помелу і об'ємної ваги інгредієнтів комбікормів при використанні для подрібнення сита з діаметром 3 мм і 2,5 мм та вологості інгредієнтів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Показники роботи дробарки

Вид інгредієнта у комбікормі	Сито з вічками діаметром 3 мм						Сито з вічками діаметром 2,5 мм					
	Модуль помелу, мм		Об'ємна вага, г/л		Вологість, %		Модуль помелу, мм		Об'ємна вага, г/л		Вологість, %	
	d	d	V	V	W	W	d	d	V	V	W	W
Кукурудза	2,45	0,09	569,67	1,86	16,35	0,25	1,48	0,07	591,0	0,58	16,68	0,55
Зерноsumіш	2,63	0,15	536,33	0,33	11,46	0,49	1,68	0,07	547,67	0,33	14,05	0,45
Шрот	1,8	0,11	630,33	0,33	7,39	0,96	1,47	0,06	591,67	0,33	8,51	0,03

Вивченням впливу обертів валу змішувача на показник якості змішування встановлено, що при 30 об/хв. рівень якості змішування – 95,18 %, а при 46 об/хв. – 96,1 % та тривалістю 1 хв змішування. Проведені дослідження виявили вплив на якість змішування наявність лопаток у змішувачі.

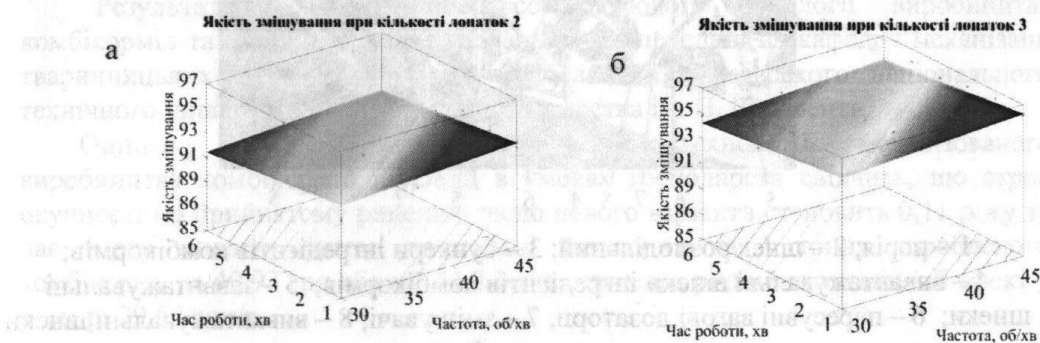
Установлено, що при змішуванні інгредієнтів комбікормів протягом 1 хв за відсутності лопаток у змішувачі якість змішування становила 86,9 %, а з трьома лопатками – 96,1 %. Продуктивність ресурсозберігаючої технологічної лінії виробництва комбікормів становить 2 тонни на годину, модуль помелу інгредієнтів комбікормів становив (1,80–2,60) мм, точність дозування вагового дозатора з тензодатчиками 0,1 кг, якість змішування не нижче 95,0 %. На основі повно-факторного експерименту, що містить 54 дослідження, за рахунок змінювання трьох чинників: швидкості обертання (об/хв); кількості лопаток; часу роботи (хв), були отримані дві моделі – лінійна та квадратична. Лінійна:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 \quad (17)$$

При довірчій ймовірності $p = 95\%$ для лінійної моделі її коефіцієнти дорівнюють:

$$b_0 = 85.555191; \quad b_2 = 2.819722; \quad b_1 = 0.054014; \quad b_3 = -0.234127. \quad (18)$$

Для лінійної моделі максимальне значення функції відгуку y завжди досягається на границі області допустимих значень. У моделі $y_{\max} = 96.2649$, і це значення досягається при $X_1 = 46$ об/хв; $X_2 = 3$ лопатки; $X_3 = 1$ хв. Поверхні рівня функції відгуку при фіксованому значенні параметра X_1 показано на рис. 5.

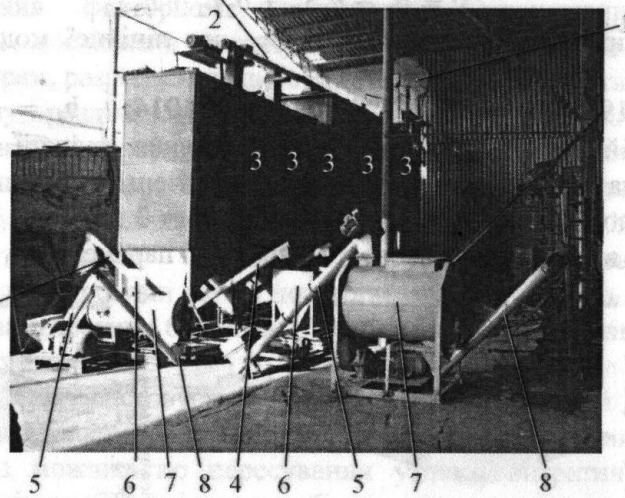


а – $x_2=2$; б – $x_2=3$

Рисунок 5 – Поверхні рівня функції відгуку лінійної моделі при фіксованому значенні параметру кількості лопаток

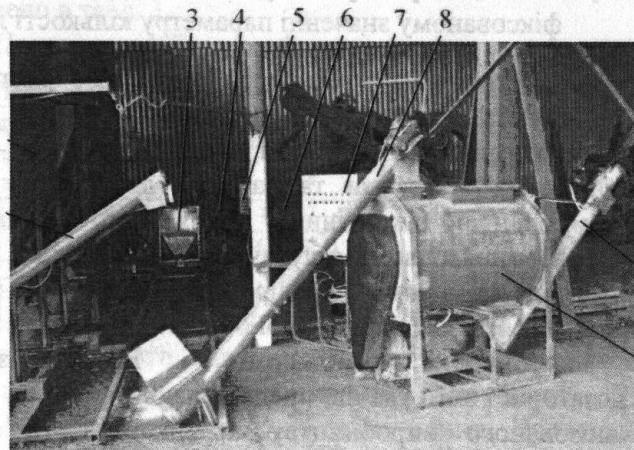
Виявлено продуктивність технології механізованого виробництва комбікормів за годину: за технологією з гнучкими зв'язками та навантаженим резервуванням двох вагових дозаторів та двох змішувачів – 1,974 т/год; за технологією з гнучкими зв'язками та ваговим дозатором, який забезпечує вивантаження компонентів сировини у двох протилежних напрямках і навантаженим резервуванням двох змішувачів – 2,307 т/год.

У п'ятому розділі виробничу перевірку проведено в ДПДГ «Гонтарівка» Інституту тваринництва НААН Харківської області. Загальний вигляд технології механізованого виробництва комбікормів і БВМД із навантаженим резервуванням дозаторів і змішувачів, представлено на рис. 6, загальний вигляд технології механізованого виробництва комбікормів та з навантаженим резервуванням змішувачів представлена на рис. 7. Результати виробничої перевірки свідчать, що модуль помелу комбікорму становив (2,3–2,4) мм, точність дозування інгредієнтів комбікормів ваговим дозатором із тензодатчиками – 0,1 кг, якість змішування – 95 % при використанні в дробарці сит із вічком діаметром 3 мм, обертах робочого валу змішувача 37 об/хв із трьома додатковими лопатками та часом змішування 1 хв. Продуктивність технології з гнучкими зв'язками та навантаженим резервуванням двох вагових дозаторів і двох змішувачів становить 1,974 тонни на годину. Продуктивність за технологією з гнучкими зв'язками та ваговим дозатором, який забезпечує вивантаження компонентів сировини у двох протилежних напрямках – 2,307 т/год.



1 – норія; 2 – шнек розподільний; 3 – бункери інгредієнтів комбікормів;
4 – вивантажувальні шнеки інгредієнтів комбікормів; 5 – завантажувальні шнеки;
6 – пересувні вагові дозатори; 7 – змішувачі; 8 – вивантажувальні шнеки
готового комбікорму

Рисунок 6 – Загальний вигляд технології механізованого виробництва комбікормів і БВМД з навантаженим резервуванням дозаторів і змішувачів



1 – шнек для завантаження інгредієнтів комбікормів до вагового дозатора;
2 – бункер інгредієнтів комбікормів; 3 – ваговий дозатор; 4 – шнек завантаження інгредієнтів комбікормів до змішувача № 1; 5 – пульт керування №1; 6 – змішувач №1; 7 – пульт керування № 2; 8 – шнек завантаження інгредієнтів комбікормів до змішувача № 2; 9 – вивантажувальний шнек змішувача № 2; 10 – змішувач № 2

Рисунок 7 – Ресурсозберігаюча технологія механізованого виробництва комбікормів з навантаженим резервуванням змішувачів

Впроваджено окремі елементи ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів і БВМД, зокрема, удосконаленого

змішувача горизонтального типу в ТОВ «НВЦ Дніпротехнологія» м. Дніпро Дніпропетровської та ЧСП «Деметра» Харківської областей. Застосування удосконаленого горизонтального змішувача забезпечує: якість змішування – 95 %, при продуктивності (1–1,5) т/год. Проводиться впровадження рекомендацій щодо використання «Ресурсозберігаючої технології виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства» у СТОВ «Андріївка» Диканського та ПАФ «Україна» Великобагачанського районів Полтавської області, у ПП «імені Калашника» та в ТОВ НВП «Інтерагросервіс» у м. Полтава.

Результати розробки «Ресурсозберігаючої технології виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства» передані на кафедру механізації тваринницьких ферм імені Б. П. Шабельника Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка.

Оцінка ефективності запропонованої технології механізованого виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарств свідчить, що строк окупності по прийнятому рішенню щодо нового варіанта становить 0,11 року та дає змогу знизити питомі капітальні вкладення на 1 тону виробленого комбікорму на 40,93 грн або на 41,8 %, та отримати річний економічний ефект у розмірі 29,53 грн/т.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання розробки ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів та комплексу машин на основі теорії графів та багатокритеріального аналізу в умовах господарства. Це дало змогу підвищити ефективність технології виробництва комбікормів в умовах виробництва.

Головними підсумками виконання роботи є нижче наведені результати.

1. Проведений огляд літератури та аналіз свідчить, що комбікорми необхідно виробляти по двох напрямках: складні комбікорми і БВД – на комбікормових заводах, а більш прості – на базі промислових БВД і БВМД у господарствах. При виробництві комбікормів застосовують технології з жорсткими та гнучкими зв'язками елементів технології. Головний шлях подолання проблем приготування комбікормів в умовах господарства – це створення ресурсозберігаючих технологій та засобів механізації виробництва комбікормів в умовах господарств.

2. Розроблено структурні моделі технології механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками різної продуктивності для умов господарств. Структурна технологічна схема варіант I, продуктивністю 2 т/год з навантаженим резервуванням дозаторів і змішувачів та варіант II, продуктивністю 2 т/год з навантаженим резервуванням змішувачів. Структурна технологічна схема варіант III, продуктивністю 3 т/год та варіант IV продуктивністю 4 т/год з навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів в обох варіантах.

3. На основі теорії графів та багатокритеріального аналізу проведено обґрунтування оптимальної стратегії формування технологій механізованого

виробництва комбікормів та комплексів машин в умовах господарства.

Доцільним методом побудови множини критеріїв ефективності технологічного процесу є згортання часткових критеріїв для кожної операції. Основним способом згортання критеріїв із застосуванням методу визначення відносної відстані до мети. Під час згортання доцільно застосовувати операції нормування, що поліпшує ефективність прийняття рішення щодо оптимального варіанта технології механізованого виробництва комбікормів та комплексу машин в умовах господарства. З'ясовано, що розроблені структурні схеми технологій механізованого виробництва комбікормів з гнучкими зв'язками продуктивністю 2 т, 3 т та 4 т за годину дають змогу зменшити питому металоємність, у порівнянні з технологією продуктивністю 1 т/год відповідно у 1,84, 2,56 та 3,12 рази.

4. Розроблено два варіанти ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарства.

По першому варіанту технологія включає таке основне обладнання по блоках: блок подрібнення вихідних інгредієнтів комбікормів, блок розподілу подрібнених інгредієнтів комбікормів, блок накопичування, який забезпечує вивантаження компонентів сировини у двох протилежних напрямках, два блоки дозування, які встановлено з можливістю пересування уздовж блока накопичування, два блоки змішування інгредієнтів комбікормів.

По другому варіанту технологія включає таке основне обладнання по блоках: блок подрібнення вихідних інгредієнтів комбікормів, блок розподілу подрібнених інгредієнтів комбікормів, блок накопичування, блок дозування, який встановлено з можливістю пересування уздовж блока накопичування, два блоки змішування інгредієнтів комбікормів.

5. Установлено, що продуктивність технології механізованого виробництва комбікормів складала:

- по технології з гнучкими зв'язками та навантаженим резервуванням двох вагових дозаторів та двох змішувачів – 1,974 т/год.

- по технології з гнучкими зв'язками та ваговим дозатором, який забезпечує вивантаження компонентів сировини у двох протилежних напрямках і навантаженим резервуванням двох змішувачів – 2,307 т/год.

Точність дозування 0,1 кг. Показано, що оберти вала змішувача впливають на показник якості змішування, так при 30 об/хв якість змішування становить 95,18 %, а при 46 об/хв. – 96,1 % протягом 1 хв змішування.

Отримані поліномні лінійна та квадратична моделі для якості змішування інгредієнтів комбікормів за рахунок факторів: швидкості обертання, кількості лопаток та часу роботи з об'ємом змішувача 0,54 м³.

6. Виробничою перевіркою технології механізованого виробництва комбікормів в умовах господарства доведено, що модуль помелу комбікорму становив (2,3–2,4) мм, точність дозування інгредієнтів комбікормів ваговим дозатором із тензодатчиками – 0,1 кг, якість змішування – 95 % при використанні в дробарці сит з вічком діаметром 3 мм, обертах робочого вала змішування 37 об/хв з трьома додатковими лопатками та часом змішування 1 хв.

7. Порівняльний аналіз технологій механізованого виробництва комбікормів із гнучкими зв'язками в умовах господарства за комплексним показником ефективності кожного з альтернативних варіантів, у порівнянні з ідеалізованим дають змогу відзначити суттєву перевагу технології продуктивністю 2 т/год із навантаженим резервуванням змішувачів, для якої цільова функція за розглянутими критеріями є меншою і становить 0,0056, при тому, що цільова функція технології продуктивністю 2 т/год із навантаженим резервуванням дозаторів та змішувачів гірша в 40,6 раза.

8. Оцінка економічного ефекту від застосування технології механізованого виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарства з гнучкими зв'язками та навантаженим резервуванням двох вагових дозаторів та двох змішувачів продуктивністю 2 т/год довела, що строк окупності по прийнятому рішенню становить 0,11 року і дає змогу знизити питомі капітальні вкладення на 1 тону виробленого комбікорму на 40,93 грн або на 41,8 %, та отримати річний економічний ефект у розмірі 29,53 грн/т або в абсолютних значеннях – 172455,2 грн за рік при програмі випуску комбікормів 5840 тонн за рік.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Список публікацій, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Ресурсозберігаюча технологія виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства / В.І. Піскун, Ю.В. Яценко, Л.І. Яценко, Н.В. Піскун. *Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка*. Харків, 2009. Вип. 79. С. 310–316.
2. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Обґрунтування вибору дробарок лінії виробництва комбікормів в умовах господарства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії № 4*. Полтава, 2010. С. 168–171.
3. Технологія виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства / В.І. Піскун, Ю.В. Яценко, Л.І. Яценко, Н.В. Піскун. *Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка*. Харків, 2010. Вип. 95. С. 106–110.
4. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Оцінка економічної ефективності запропонованої технології виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарств. *НТБ. Інститут тваринництва УААН*. Харків, 2010, № 102. С. 315–319.
5. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Апробація ресурсозберігаючої технології виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства. *Вісник Харківського національного технічного університету «ХПІ»*. Харків, 2010. Вип. 57. С. 22–25.
6. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Виробництво комбікормів та БВМД в умовах господарства. *Сільськогосподарські та біологічні науки: Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2011. Вип. 58. С. 64–67.
7. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Обґрунтування ресурсо-збережень при подрібненні інгредієнтів комбікормів в умовах господарства. *Східно-*

європейський журнал передових технологій. Харків, 2010. Вип. 6/7 (48). С. 67–70.

8. Яценко Ю.В. Окремі фізико-механічні властивості комбікормів та їх вихідних інгредієнтів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії № 1*. Полтава, 2012. С. 191–195.

9. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Ресурсоощадна технологія виробництва комбікормів та білково-мінеральних вітамінних добавок у господарствах. *Аграрна наука – виробництво. Науково – інформаційний бюлетень завершених наукових розробок*. Київ, 2013. Вип. 3' 13. 26 с.

10. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Обґрунтування параметрів удосконаленого змішувача інгредієнтів комбікормів. *Технічні системи і технології тваринництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка*. Харків, 2014. Вип. 144. С. 51–54.

11. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Ресурсоощадне виробництво комбікормів та БВМД в умовах виробництва : монографія. Київ : Аграрна наука, 2016. 144 с.

12. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Науково-практичні рекомендації виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства : рекомендації Інститута тваринництва НААН. Харків, 2016. 16 с.

13. Піскун В.І., Яценко Ю.В. Ефективність технології виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства. *Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка*. Харків, 2016. Вип. 170. С. 67–71.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

14. Яценко Ю.В. Ресурсозберігаюча технологія виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства. *Енерго- і ресурсозберігаючі технології та машини в переробних та харчових виробництвах* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 2018. С. 13–17.

15. Яценко Ю.В. Ресурсозберігаюча технологія виробництва комбікормів та БВМД в умовах господарства. «Сучасний рух науки» присвячена головній місії *Міжнародного електронного науково-практичного журналу «WayScience» – прокласти шлях розвитку сучасної науки від ідеї до результату* : IV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. Дніпро, 2018. С. 15–72.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

16. Лінія по виробництву комбікормів та білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД): пат. на корисну модель 38620 U Україна: МПК А 23 N 17/00. № u 200809188; заявл. 14.07.2008; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.

17. Ресурсозберігаюча лінія по виробництву комбікормів та білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД): пат. на корисну модель 43375 U Україна: МПК А 23 N 17/00. № u200903268; заявл. 06.04.2009; опубл. 10.08.2009, Бюл. № 15.

18. Яценко Ю.В., Піскун В.І. Обґрунтування конструктивних параметрів бункера вагового дозатора технології виробництва комбікормів в умовах господарства. *Modern engineering and innovative technologies*, Германия, 2019. Т 1, вип. 9, С. 40–44.

19. Яценко Ю.В., Пискун В.І. Обґрунтування конструктивних та технологічних параметрів блоку дозування та завантаження змішувача технології виробництва комбікормів в умовах господарства. *SWorldJournal* Болгарія, 2019. С. 34–38.

АНОТАЦІЯ

Яценко Ю.В. Розробка та обґрунтування технології і технічних засобів приготування комбікормів в умовах господарства. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Міністерство освіти і науки України, Харків, 2019.

У дисертації вирішене наукове завдання розробки ресурсозберігаючої технології механізованого виробництва комбікормів та комплексу машин в умовах виробництва. На основі теорії графів та багатокритеріального аналізу проведено обґрунтування оптимальної стратегії формування технологій механізованого виробництва комбікормів та комплексів машин в умовах господарства. Установлено, що продуктивність технології механізованого виробництва комбікормів склала технології з гнучкими зв'язками та ваговим дозатором, який забезпечує вивантаження компонентів сировини у двох протилежних напрямках і навантаженим резервуванням двох змішувачів – 2,307 т/год. Оцінка економічного ефекту від застосування технології виробництва комбікормів і БВМД в умовах господарств дає змогу знизити питомі капітальні вкладення на 1 тону виробленого комбікорму на 40,93 грн. або на 41,8 %, та отримати річний економічний ефект у розмірі 29,53 грн/т.

Ключові слова: комбікорми, технологія, гнучкі зв'язки, багатокритеріальний аналіз, модуль помелу, точність дозування, якість змішування, економічний ефект.

АННОТАЦІЯ

Яценко Ю.В. Разработка и обоснование технологии и технических средств изготовления комбикормов в условиях хозяйства. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, Министерство образования и науки Украины, Харьков, 2019.

В диссертации решена научная задача разработки ресурсосберегающей технологии механизированного производства комбикормов и комплекса машин в условиях производства. Выполнено обоснование выбора основного оборудования ресурсосберегающей технологии производства комбикормов и БВМД. Разработаны оригинальные технологии, с нагруженным резервированием дозаторов и смесителей производства комбикормов и БВМД в условиях хозяйства. На основе теории графов и многокритериального анализа

проведено обоснование оптимальной стратегии формирования технологий механизированного производства комбикормов и комплексов машин в условиях хозяйства. Целесообразным методом построения множества критериев эффективности технологического процесса является свертывания частных критериев для каждой операции. Разработаны два варианта ресурсосберегающей технологии механизированного производства комбикормов и БВМД в условиях хозяйства.

Проведенной производственной проверкой технологии производства комбикормов в условиях хозяйства установлено, что производительность технологии механизированного производства комбикормов составила по технологии с гибкими связями и нагруженным резервированием двух весовых дозаторов и двух смесителей 1,974 т/год.

По технологии с гибкими связями и весовым дозатором, который обеспечивает выгрузки компонентов сырья в двух противоположных направлениях и нагруженным резервированием двух смесителей – 2,307 т/год.

Оценка экономического эффекта от применения технологии производства комбикормов и БВМД в условиях хозяйств позволяет снизить удельные капитальные вложения на 1 тонну произведенного комбикорма на 40,93 грн или на 41,8 %, и получить годовой экономический эффект в размере 29,53 грн/т.

Ключевые слова: комбикорма, технология, гибкие связи, многокритериальный анализ, модуль помола, точность дозирования, качество смешивания, экономический эффект.

ABSTRACT

Yatsenko Yu.V. Development and substantiation of technology and technical means of preparation of mixed fodder in the conditions of the economy. – Manuscript.

Dissertation for Candidate of Science Degree in Specialty 05.05.11 – Machines and Means of Mechanization of Agricultural Production. – Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2019.

The dissertation deals with the scientific task of developing the resource - saving technology of mechanized production of compound feeds and complex of machines in the conditions of production. Based on graph theory and multicriteria analysis, the substantiation of the optimal strategy for the formation of technologies for mechanized production of compound feeds and machine complexes in the conditions of economy. It was found that the performance of the technology of mechanized production of compound feeds was made by technologies with flexible couplings and a weight dispenser, which provides unloading of raw material components in two opposite directions and loaded redundancy of two mixers – 2,307 t/year. Estimation of economic effect from application of technology of production of compound feeds and BVMD in the conditions of farms. Determined, it allows to reduce the specific capital investments by 1 tonn of the compound feed produced by 40,93 UAH. or by 41,8 % and get an annual economic effect of 29,53 UAH / t.

Keywords: mixed fodders, technology, flexible bonds, multicriteria analysis, grinding module, precision of dosing, mixing quality, economic effect.

Підп. до друку 07.11.2019. Формат паперу 60x84 1/16.
Папір офсетний. Гарнітура «Times New Roman». Друк ризографічний.
Обл. - вид арк. 0,9. Наклад 100 прим. Замов. № 1107/9-19.

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні ФОП В. В. Петров
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.
Запис № 24800000000106167 від 08.01.2009 р.
61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. (057) 78-17-137.
e-mail:bookfabrik@mail.ua