



УДК 631.362.3

СИСТЕМНО-ПРОЕКТНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ КОМПЛЕКСОМ МАШИН НА ТОКУ

Котов Б.І., д.т.н,

НУБіП,

Степаненко С.П., к.т.н.,

Швидя В.О., н.с.

ННЦ "ІМЕСГ"

Тел.(044) 527- 82-99

Анотація – в статті обґрунтовано системно-проектний підхід до управління системою машин для післязбиральної обробки зерна, визначені причинно-наслідкові зв'язки між технологічними ланками системи.

Ключові слова – системно-проектний підхід, післязбиральна обробка, система.

Постановка проблеми. Виробництво зерна завжди було і залишається однією із стратегічних галузей агропромислового комплексу України. За останні роки валовий збір зернових щорічно збільшується. Збільшення валового збору зерна вимагає застосування високопродуктивної техніки збирання та для післязбиральної обробки зерна. При запропонованому обсязі збирання зернових до 80 млн. т. [1], інтенсивність надходження зернового збіжжя на зерноочисні пункти України збільшиться у 3-4 рази.

За такої інтенсивності надходження потоку зернових культур сучасні зерноочисні комплекси не завжди вчасно переробляють потрібну масу зернового збіжжя, в результаті чого відбувається залежування зерна в проміжку між суміжними ланками технологічної лінії післязбиральної обробки зерна і збільшення площі буртів на току, які потребують негайної переробки. Під час зберігання неочищеного зерна від легких і соломистих домішок, а також зерна з підвищеною вологістю, через 3-4 дні відбувається явище самозігрівання зерна і збільшення інтенсивності мікробіологічних процесів, що сприяє зниженню посівних і продовольчих якостей зерна. В результаті чого втрачається до 5 % зібраного врожаю.

Такі негативні явища виникають через недостатній рівень планування технологічних систем обслуговування багатомономенклатурних потоків зернових культур. Підвищення ефективності виробництва та

товарної якості зерна, зменшення його втрат, можна досягти раціональним плануванням багатомономенклатурними потоками, а також наявним технологічним обладнанням для післязбиральної обробки зерна. На сьогодні, дослідження розроблення організаційно-технологічних проектів комплексу машин для післязбиральної обробки зерна майже не проводились, тому досить актуальною задачею є підвищення ефективності роботи наявних комплексів машин для післязбиральної обробки зерна в умовах інтенсивного збирання зернового збіжжя, шляхом організаційно-проектного планування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Багато досліджень було спрямовано на підвищення ефективності роботи окремих машин [2, 3, 4] та рекомендацій стосовно визначення потрібного комплексу машин для післязбиральної обробки зерна.

Вдосконаленням технологічної схеми зерноочисних ліній займалось багато вчених: І.І. Ульрих, В.А. Кубишев, В.Г. Гулаєв, І.А. Тюлькибаєв, О.О. Лопан, Ю.І. Єрмольєв, І.С. Титов, А.І. Зелін.

В даних дослідженнях пропонується спосіб, при якому на початковому етапі виділяється частина зерна високої якості з кондиційними властивостями, потім виділення повноцінного зерна високої якості з між операційним його доведенням.

Аналітичні дослідження: Є.Я. Агафонова, В.Г. Антіпова, І.Є. Кожуховського, В.А. Кубишева, були направлені на вивчення впливу характеристик потоків зернового збіжжя на роботу окремих елементів поточних очисно-сушильно-зберігаючих комплексів.

Зміна вологості, чистоти зернового збіжжя, інтенсивність його надходження в межах сезону носить випадковий (стохастичний) характер, що було доведено наступними вченими з використанням теорії ймовірності: В.А. Кубишевим, В.Д. Шаповаловим, А.Є. Івановим, В.П. Комаровим, А.В. Процеровим. Тим не менш, перші розроблені методики передбачали потребу в обладнанні для післязбиральної обробки зерна і насіння, які припускали постійність характеристик потоків зернового збіжжя: К.О. Агафонов, В.А. Гоберман, Г.І. Синьков, І.Є. Кожуховський.

Вищезгадані дослідження не дають повної інформації розробнику організаційно-технологічного проекту в умовах інтенсивного багатомономенклатурного надходження потоку на очисно-сушильно-зберігаючий пункт, тому актуальною задачею є розроблення системно-проектного підходу до дослідження системи машин для післязбиральної обробки зерна, що дозволяє розглянути систему в цілому і дослідити причинно-наслідкові зв'язки між ланками технологічної системи.

Мета досліджень. Розроблення системно-проектного підходу до дослідження системи машин для післязбиральної обробки зерна та

підвищення ефективності функціонування їх роботи під час збирання врожаю.

Результати досліджень. Системно-проектний підхід до дослідження технологічних систем обслуговування багатомноменклатурних потоків передбачає визначення, порівняння та обґрунтування альтернативних рішень, які дозволяють підвищити ефективність та необхідну продуктивність технологічних систем.

Вхідними факторами, виступають показники, що визначають якість зернового збіжжя, що надходить: $W_{cвх}$ – вологість поступаючого зерна; $\Psi_{cвх}$ – засміченість зерна, що надходить до очисно-сушильно-зберігаючого пункту; $Q_{cвх}$ – інтенсивність надходження зерна. Важливі також характеристики, що визначають структуру багатомноменклатурного потоку: тривалість – $\Delta t_{ex.}$, номенклатурність – $\eta(t)_{ex.}$, обсяг окремих партій – $Q_{n ex.}$

Крім цього важливою початковою умовою є також зміна якісних показників зібраного врожаю у часі (динаміка надходження зерна на тік). Після обробки зернового збіжжя технологічним комплексом машин току, зернова маса отримує властивості, які можна охарактеризувати наступними параметрами: $W_c вих(j)$ – вихідна вологість зерна; $\psi_c вих(j)$ – вихідна засміченість зерна. Важливим вихідним параметром є швидкість обробки зернового збіжжя системою машин току – $Q_c вих(j)$.

Як вже зазначалось вище, вхідні фактори ($W_{cвх}$, $\Psi_{cвх}$, $Q_{cвх}$) не є постійними протягом часу, а змінюються як впродовж доби, так і впродовж збирального періоду.

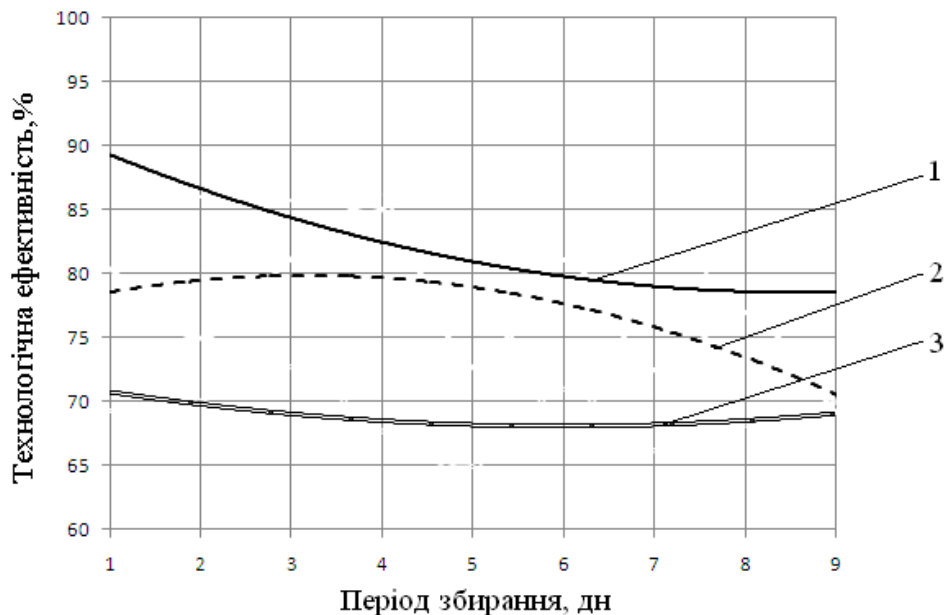
Миттєве добове надходження зернового збіжжя від комбайнів на зерноочисно-сушильно-зберігаючі пункти сільськогосподарських підприємств значно відрізняється від середньодобового і залежить в основному від одночасно працюючих комбайнів і обслуговуючих їх транспортних засобів, урожайності культури, продуктивності комбайнів, відстані між полями та очисно-зберігаючим пунктом, розміром посівної площі культури, що збирається. Середньодобове надходження зернового збіжжя за весь період збирання і середньодобове надходження зерна в найбільш напружений період збирання врожаю значно коливається навіть у господарствах з рівною величиною посівної площі, це пояснюється різним рівнем організації збиральних робіт. Нерівномірність добового надходження зерна характеризується коефіцієнтом добової нерівномірності

$$\delta = \frac{\overline{\Delta Q_{здоб}}}{\Delta Q_{доб}}, \quad (1)$$

де $\overline{\Delta Q_{\text{доб}}}$ - середнє арифметичне трьох максимальних добових надходжень зерна за період збирання;

$\overline{\Delta Q_{\text{доб}}}$ - середньодобове надходження зерна за весь період збирання.

На рис.1 представлено графіки залежності технологічної ефективності в залежності від періоду збирання при різних значеннях коефіцієнту нерівномірності δ господарства ДГ "Оленівське".



1 – при $\delta = 1,58$; 2 – при $\delta = 1,8$; 3 – при $\delta = 2,3$.

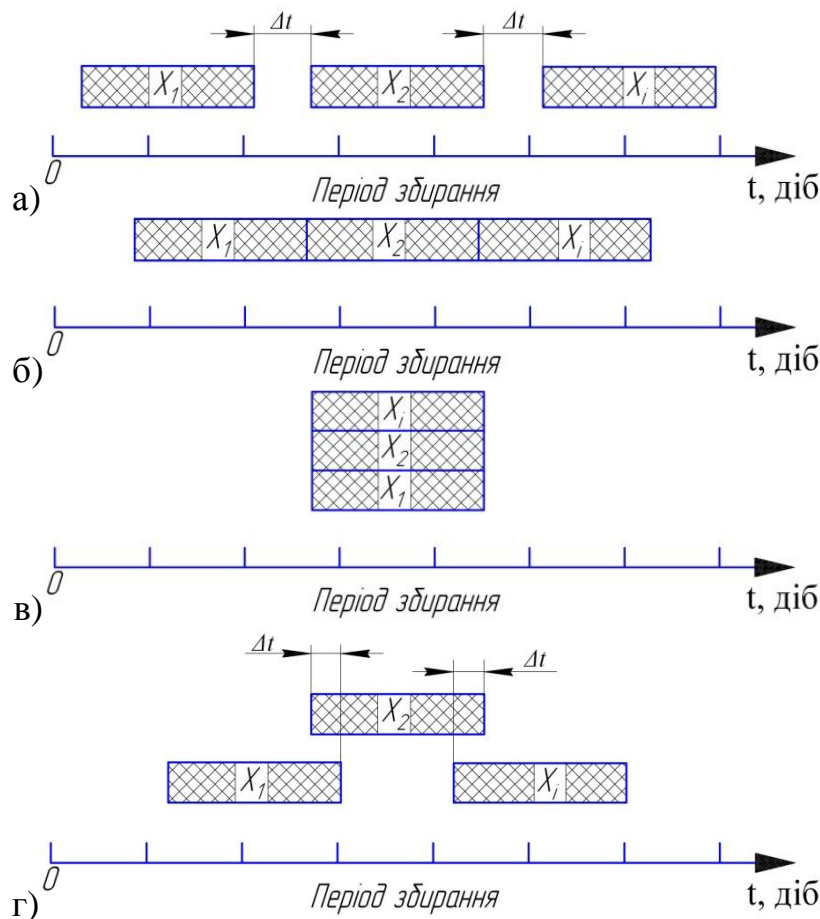
Рис. 1. Залежності технологічної ефективності від періоду збирання при різних значеннях коефіцієнту нерівномірності δ .

Цей коефіцієнт, як правило, знаходиться в межах від 1,5 до 2,2. Він залежить від технічного оснащення господарств, агротехніки вирощування зернових культур (врожайності), використання збиральної техніки і ґрунтово-кліматичних умов господарств. Коефіцієнт добової нерівномірності суттєво впливає на оптимальне завантаження лінії очисно-сушильно-зберігаючого пункту. Від ритмічності і сталості роботи ліній напряму залежить якість обробки і технологічна ефективність. Рис. 1 показує, що зі збільшенням коефіцієнту нерівномірності δ технологічна ефективність системи машин для післязбиральної обробки зерна зменшується. Тому при значенні коефіцієнта добової нерівномірності понад 2,0 використовуються перехідні бункери, або застосовують додаткове технологічне обладнання для очищення зерна.

Склад і характеристики технологічних систем обслуговування багатоміноменклатурних потоків залежать не тільки від обсягів надходження зерна на очисно-сушильно-зберігаючий пункт, а й від кількості культур, що одночасно збираються. Можливе також одночасне зби-

рання різних сортів однієї зернової культури, які відрізняються своїми характеристиками. В цих випадках номенклатурність вхідного зернового потоку $\eta(t)_{вх.} > 1$ [5].

Розглянемо декілька варіантів надходження багатноменклатурного потоку зернових культур (рис. 2).



- а) послідовний з проміжками між періодами збирання різних культур Δt ;
- б) послідовний без проміжків між періодами збирання різних культур;
- в) паралельне збирання різних культур;
- г) послідовний з проміжками Δt паралельного збирання різних культур.

Рис. 2. Схеми надходження різних культур (різних сортів однієї культури) $x_1, x_1 \dots x_i$ протягом роботи очисно-сушильно-зберігаючого пункту.

Найбільш оптимальний з розглянутих способів є спосіб, який вказаний на (рис. 4 а), коли багатноменклатурний потік розкладається на однономенклатурний в певних проміжках часу, причому між періодами збирання існує проміжок Δt . Протягом цього проміжку можливо переналаштувати систему машин очисно-сушильно-зберігаючого

пункту на іншу культуру. На практиці такий випадок спостерігається на початку і вкінці багатоміноменклатурного надходження потоку. Це зумовлено тим, що як на початку, так і наприкінці періоду збирання зернові культури досягають на поодиноких полях, тому в більшості випадків виникає ситуація, коли необхідно паралельно збирати декілька культур. В багатьох випадках спостерігається явище, яке показано на (рис. 4 б) і характеризується тим, що на протязі деякого періоду Δt відбувається паралельне збирання різних культур. Для ефективного функціонування в цей період необхідно дві і більше поточних ліній, або задіяти комплекс самопересувних зерноочисних машин, які знаходяться на току. Найбільш несприятливим режимом є випадок який наведено на (рис. 4 в), в цьому випадку відбувається паралельне збирання декількох культур чи різних сортів однієї культури. Для цього необхідно мати декілька поточних ліній для очищення різних сортів, або групу зерноочисних машин, в залежності від одночасно збираємих культур.

Послідовність збирання різних зернових культур залежить не тільки від термінів їх визрівання, а й від організації збиральних робіт. Наприклад, строки збирання бобових для зони Степу, як правило, складають за різними даними приблизно 3-20 липня, а строки збирання ранніх зернових — 6 липня-3 серпня. В період з 6 липня по 20 липня виникає необхідність в післязбиральній обробці одночасно двох культур. Затримка в післязбиральній обробці в зв'язку з переналаштуванням режимів на іншу культуру викликає втрати врожаю. Тому в таких випадках необхідно функціонування одночасно 2 і більше поточних ліній в залежності від номенклатурності культур $\eta(t)_{\text{ex}}$, або застосовувати перехідні бункери для тимчасового зберігання.

Слід зауважити, що для запобігання накопичення та затримки зернової маси між ланками, потрібно виконувати умову:

$$q_1 < q_2 < q_3 < q_4, \quad (2)$$

де q_1, q_2, q_3, q_4 — фактичні продуктивності приймальної, очисної, сушильної та розвантажувальної ланок технологічної системи обслуговування багатоміноменклатурних потоків зернових культур під час збирання врожаю.

У випадку невиконання умови (2), тобто коли продуктивність попередньої ланки перевищує продуктивність наступної ($q_i > q_{i+1}$), для ефективної роботи потрібно збільшувати продуктивність наступної ланки q_{i+1} шляхом заміни машиною більшої продуктивності або встановлення додаткової кількості машин, можливе також встановлення перехідних бункерів місткістю $Q_{\text{пер}}$

$$Q_{\text{пер}} = (q_i - q_{i+1}) \cdot T_{\text{кр}}, \quad (3)$$

де $T_{кр}$ – період часу, впродовж якого продуктивність попередньої ланки перевищує продуктивність наступної ланки ($q_i > q_{i+1}$), дні.

Втрати пошкодження зерна в процесі виконання післязбиральної обробки зерна можна описати залежністю

$$B_y = \sum_{i=1}^n e_i, \quad (4)$$

де e_i - втрати та пошкодження зерна i -тим елементом технологічної системи при обслуговуванні зернових культур.

Аналіз формули (4) вказує на те, що зниження втрат та пошкодження можна досягти двома шляхами: 1) меншою кількістю впливу технічних засобів в складі технологічної системи, 2) зниження впливу i -того елемента на багатомономенклатурний потік зернових культур.

Для визначення раціонального складу технологічних систем багатомономенклатурних потоків зернових культур користуються оцінкою по мінімальному середньому. Для цього визначають емпіричну дисперсію S_n^2 :

$$S_n^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N (\overline{\eta}_n)^2 - \frac{1}{N^2} \cdot [\sum_{n=1}^N \overline{\eta}_n]^2, \quad (5)$$

де $\overline{\eta}_n$ - мінімальне значення функціоналу, що залежить від змінюваних параметрів $F(\beta_1, \beta_2 \dots \beta)$ з обмеженнями $G(\beta)$.

Задача оптимізації вирішується в процесі статичних імітаційних моделей перебору і порівняння значень $\overline{\eta}_n$ в області Ω ($\beta \in \Omega$). Область Ω — множина дискретних значень, що визначаються величиною кроків при зміні параметрів і обмежень $G(\beta)$.

Висновки. Системно-проектний підхід до управління системою машин для післязбиральної обробки зерна дозволяє сформулювати інженерну множину задач проектування та ефективного керування технологічною системою току. При цьому, маючи дані про вхідні чинники, кліматичні особливості місцевості, структуру посівних площ, валовий збір — проектувальник може синтезувати необхідну для даних умов схему технологічної системи з раціональними параметрами.

Література

1. Програма "Зерно України – 2015" — К.: ДІА, 2011 г. – 48 с.
2. Власов М.И. Совершенствование технологического процесса очистки семенного зерна на зерноочистительной линии: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Власов Михаил Иванович — Челябинск, 1995 г. – 20 с.

3. *Елькин В.К.* Исследование динамики и организация технологического процесса обработки семян: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Елькин Виталий Кузьмич — Орджоникидзе, 1975 г. — 31 с.
4. *Макарычев Б.А.* Исследование и оптимизация структуры предприятий послеуборочной обработки зерна методом статистического моделирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Макарычев Борис Александрович — Москва, 1976 г. — 30 с.
5. *Сидорчук О.В.* Інженерія машинних систем. Монографія. [Текст] / О.В. Сидорчук – К.: ННЦ "ІМЕСГ" УААН, 2007. – 263 с.

СИСТЕМНО-ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Котов Б.И., Степаненко С.П., Швидя В.О.

Аннотация

В статье описан системно-проектный подход к исследованию системы машин для послеуборочной обработки зерна и описаны причинно-следственные связи между звеньями системы.

SYSTEM-PROJECT APPROACH TO RESEARCH OF SYSTEM THE MACHINES FOR GRADUATE HARVESTING PROCESSING OF GRAIN

B. Kotov, S. Stepanenko, V. Shvidja

Summary

The system-project approach to research of system the machines for graduate harvestings processing of grain is described and relationships of cause and effect between links of system are described in article.