

*handling. Established that the model of this system has to consider six components. The features of technological processes of individual components of the system.*

**Key words:** system, post-harvest processing, grain flow, process, components.

УДК 631.362.3

## ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

С.П. Степаненко, канд. техн. наук,

В.О. Швидя, канд. техн. наук

ННЦ «ІМЕСГ»

---

*В статті описано застосування додатку Simulink пакета програм MatLab для імітаційного моделювання технологічних систем післязбиральної обробки зерна.*

**Ключові слова:** імітаційна модель, Simulink, MatLab, технологічна система, продуктивність, післязбиральна обробка зерна.

---

**Проблема.** Реалізація програми розвитку і технічного переоснащення галузі післязбиральної обробки зерна базується на широкому впровадженні сучасних досягнень науки, техніки та технології. Для досягнення високого розвитку необхідна широка програма будівництва нових, реконструкцій і технічного переоснащення існуючих систем з використанням нового високопродуктивного обладнання та передових технологій.

В цих умовах значно підвищуються вимоги до проектування технологічних систем післязбиральної обробки зерна, що забезпечить високий рівень виробництва. Проекти технологічних систем повинні забезпечити максимальне використання новітніх досягнень науки та техніки з тим, щоб підприємства, які будуються чи реконструюються, до часу вводу їх в експлуатацію були технічно передовими і мали високі техніко-економічні показники, а умови праці відповідали б сучасним вимогам.

Досягнення цих положень можливо при певному науковому забезпеченні для проектування технологічних систем післязбиральної

обробки зерна. В зв'язку зі стохастичним динамічним характером роботи технологічної системи післязбиральної обробки зерна методи математичного моделювання не можуть достатньо повно описати роботу цієї системи в цілому. Для такого роду задач все більше використовують методи комп'ютерної математики. Серед сучасних систем комп'ютерного моделювання виділяється математична матрична лабораторія MatLab. Широкому розповсюдженню цієї системи сприяє її потужне розширення Simulink, яке дає можливість використовувати візуально-об'єктне програмування, блочне моделювання нелінійних та лінійних динамічних систем і інші інструментальні засоби. Застосування Simulink для моделювання технологічних систем післязбиральної обробки зерна виводить процес проектування на якисно новий рівень. Між тим в Україні теоретичних досліджень технологічних систем післязбиральної обробки зерна з використанням Simulink не представлено, тому застосування цього додатку для моделювання є перспективним і актуальним.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідження технологічних систем післязбиральної обробки зерна виконувались переважно у вигляді опису роботи окремих ланок технологічної системи математичними залежностями з елементами теорії ймовірностей та математичної статистики, а також у вигляді таблиць з статистичними характеристиками [1, 2, 3]. Водночас дані дослідження не враховують динаміку роботи технологічної системи в цілому і не дають повного опису впливу стохастичного характеру процесу на показники технологічної системи, що робить імітаційне моделювання методами комп'ютерної математики альтернативою для дослідження поведінки технологічних систем післязбиральної обробки зерна та їх характеристик.

**Мета дослідження.** Розроблення імітаційної моделі роботи технологічної системи післязбиральної обробки зерна у середовищі Simulink пакета програм MatLab, яка дала б можливість визначити параметри технологічної системи при конкретних технологічних умовах.

**Результати дослідження.** Імітаційне моделювання ґрунтується на математичних залежностях окремих блоків, які моделюють елементарні операції технологічного процесу технологічної системи післязбиральної обробки зерна. Поєднання цих блоків в одну взаємодіючу структуру дає можливість змоделювати процес роботи системи в цілому. Зерновий потік, що надходить на обробку задається вхідними параметрами (інтенсивність надходження, вологість, засміченість),

обмеженнями на вхідні параметри. Випадкові фактори моделюються генераторами випадкових чисел з функціями розподілу. Вихідні дані отримуються у вигляді значень продуктивності машин, що входять до технологічної системи.

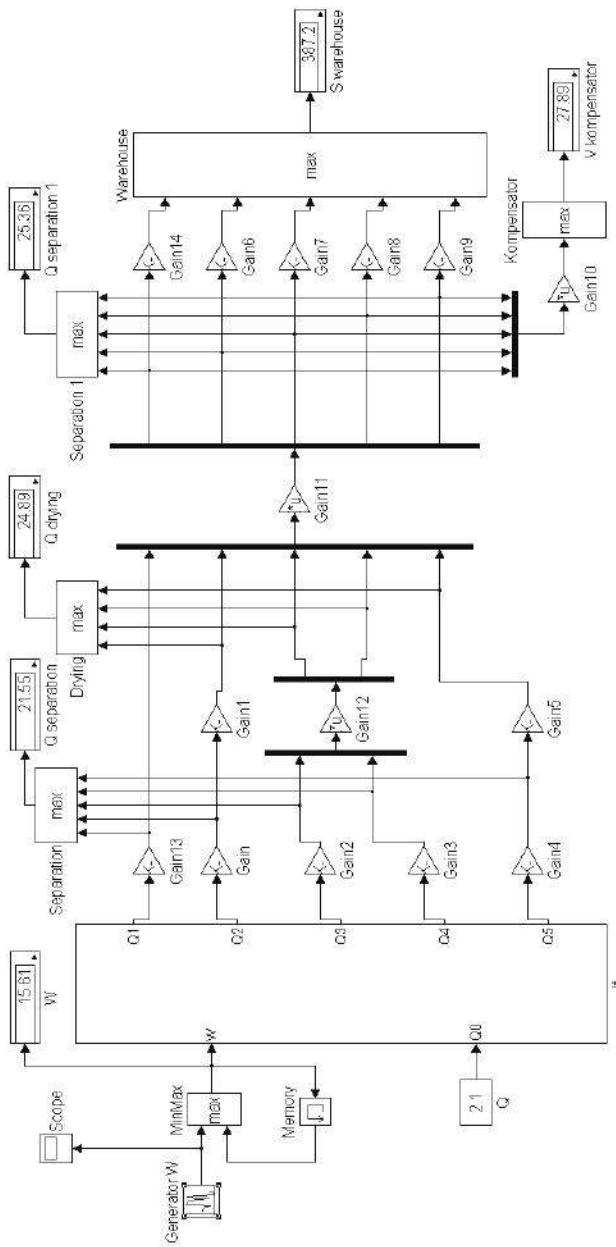
Технологічна система післязбиральної обробки зерна представляє собою систему взаємодіючих між собою ланок: приймальної, очищення зерна, сушіння зерна, зберігаючої і транспортувальної. Задачею проектування є вибір оптимальних параметрів, при яких забезпечується швидка обробка збіжжя. Причиною затримки збіжжя між ланками, як правило, є неузгодження продуктивностей між ланками.

Застосуємо програмне середовище Simulink version 7.3 пакета програм MatLab 7.8 до моделювання технологічної системи післязбиральної обробки зерна, результатом якої будуть значення продуктивності ланки попереднього очищення, первинного очищення, сушіння, об'єму бункера-компенсатора та площині зерноскладу.

Моделювання виконувалось при вхідній засміченості зернового збіжжя 3 % і періоду збирання 10 днів. Потік зернових культур задано наступними характеристиками. Орієнтовним валовим збором зернових є  $Q$  тис. т, що досягається за допомогою блока константи  $Q$  (рис. 1). Вологість збіжжя, що надходить на обробку, задано блоком Generator  $W$ , який по закону нормального розподілу генерує випадкові значення за заданим математичним сподіванням і середнім квадратичним відхиленням (рис. 2). Для виявлення пікового значення вологості використано блоки MinMax та Memory (рис.1 ).

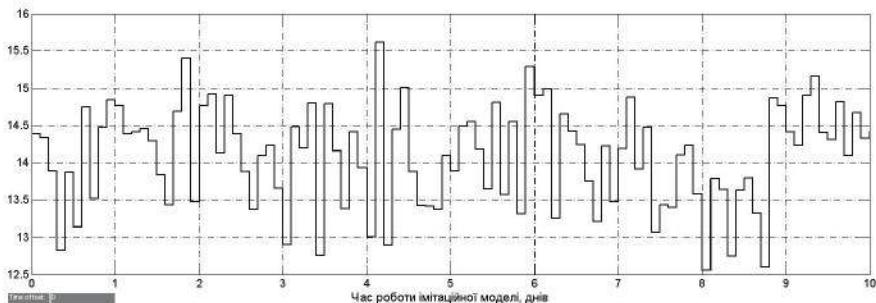
Оскільки продуктивності ланок залежать від вологості зернового збіжжя, вхідний потік  $Q_0$  розбито на п'ять потоків:  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ ,  $Q_4$ ,  $Q_5$ ; причому переключення вхідного потоку  $Q_0$  на потоки  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ ,  $Q_4$ ,  $Q_5$  виконувалось на основі значення вологості, поданого на вхід  $W$  підсистеми If (рис. 1). При вологості до 14% — на потік  $Q_1$ , при вологості від 14% - 16% — на потік  $Q_2$ , при вологості від 16% - 18% — на потік  $Q_3$ , при вологості від 18% - 20% — на потік  $Q_4$  і при вологості понад 20% — на потік  $Q_5$ .

Оскільки продуктивності ланок технологічної системи прямо пропорційно залежать від орієнтовного валового збору, то використано блок Gain, який виконує підсилення з деяким коефіцієнтом. При цьому, різним значенням вологості відповідають різні коефіцієнти підсилення. Цей принцип використано в ланці попереднього очищення (Gain, Gain2, Gain3, Gain4, Gain13), в ланці сушіння (Gain1, Gain5, Gain12) та ланці складування (Gain6, Gain7, Gain8, Gain9, Gain14).



**Рис.1.** Узагальнена імітаційна модель технологічної системи післязбиральної обробки зерна, розроблена у програмному середовищі Simulink

В ланці первинного (вторинного) очищення та в ланці бункера-компенсатора значення коефіцієнта підсилення не залежать від вологості, тому тут використано один блок Gain, змішувач і роздільники сигналів (Gain11, змішувач — ланка первинного очищення; Gain10, змішувач сигналу — ланка бункера-компенсатора).



**Рис.2.** Графічна залежність зміни вологості зернового збіжжя, що надходить на обробку впродовж роботи технологічної системи

Для виведення значень продуктивності кожної з ланок використано блоки max (Separation, Drying, Separation1, Warehouse, Kompensator) та display (Q separation, Q drying, Q separation1, S warehouse, V kompensator). Блок max вибирає максимальне значення з потоків Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 і передає його на блок display для відображення у цифровому вигляді.

Підсистема If (рис. 3) виконує функцію перемикання потоку Q0 на потоки Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 по умовному сигналу, поданого на вход W. Вона має 5 виходів Q1–Q5 і 2 входи Q0, W (рис. 3). Умовний сигнал, що подається на вход W, обробляється блоком If. Блок If на основі значення, що подане на вход W, формує умовні сигнали: u1<=14 (вологість до 14%), u1<=16 (вологість до 16%), u1<=18 (вологість 16%-18%), u1<=20 (вологість 18%-20%), else (вологість понад 20%). Дані умовні сигнали керують активними підсистемами If Action Subsystem — If Action Subsystem4

Активні підсистеми виконують комутацію входного сигналу з входу Q0 на виходи Q1-Q5 по умовних сигналах, поданих на входи if, elseif, else (рис. 3).

Імітаційна модель працює наступним чином. З блока констант Q значення орієнтовного валового збору зернових подається на вход Q0 підсистеми If (рис. 3). Блок Generator W формує значення вологості

за нормальним розподілом (відображення блоком Scope рис. 2) за період 10 днів. Для фіксації максимального значення вологості за період 10 днів використано блоки Memory і MinMax та далі подається на вход W підсистеми If і відображається блоком W. Підсистема If по значенню, поданому на вході W, з'єднує вход Q0 з одним із вихідів Q1-Q5. Далі сигнал підсилюється блоком Gain ланки попереднього очищення, сушіння, первинного (вторинного) очищення, складування та бункера-компенсатора. Значення з блока Gain відповідних ланок подається на блоки тах, а потім на блок display, на якому відображаються значення продуктивності.

**Висновки.** Розроблена імітаційна модель дає можливість знайти відповідні значення продуктивності ланок технологічної системи в залежності від параметрів потоку зернових культур. Також дана імітаційна модель дає можливість досліджувати процес роботи технологічної системи в часі при необхідних параметрів і способу подачі вхідного сигналу.

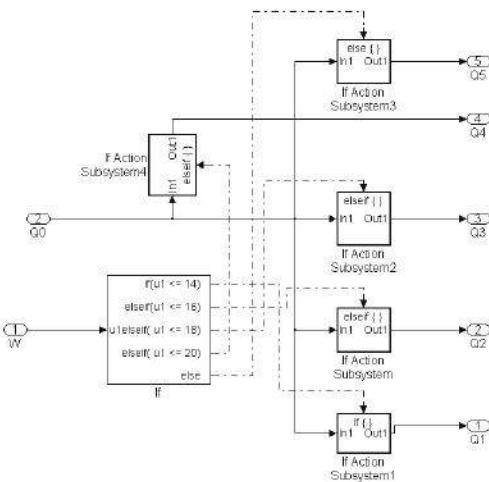


Рис. 3. Структура підсистеми If

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. 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.
2. 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 — М., 1976. – 30 с.
3. Сидорчук О.В. Інженерія машинних систем. Монографія. [Текст] / О.В. Сидорчук – К.: ННЦ «IMEСГ» УААН, 2007. – 263 с.
4. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6® в математике

и моделировании. Серия «Библиотека профессионала». [Текст] / В.П. Дьяконов — М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 567 с.: с ил.

---

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

В статье описано применение приложения *Simulink* пакета программ *MatLab* для имитационного моделирования технологических систем послеуборочной обработки зерна.

**Ключевые слова:** имитационная модель, *Simulink*, *MatLab*, технологическая система, продуктивность, послеуборочная обработка зерна.

## SIMULATION TECHNOLOGY SYSTEMS POSTHARVEST HANDLING GRAIN

The article describes the use of extension MatLab Simulink software package for simulation of technological systems of post-harvest grain handling.

**Key words:** simulation model, *Simulink*, *MatLab*, technology system, productivity, postharvest handling grain.

УДК 339.133 : 631.3 (477)

## ФОРМУВАННЯ ПОПИТУ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКУ ТЕХНІКУ В УКРАЇНІ

**Ю.О. Лупенко**, докт. екон. наук, проф., академік НААН  
ННЦ «Інститут аграрної економіки»

---

В статті проведено аналіз впливу стимуляторів макроекономічного рівня та внутрішніх факторів мікрорівня на формування попиту сільськогосподарських виробників на технічні засоби. Обґрунтовано основні напрями стимулювання та формування платоспроможного попиту на сільськогосподарську техніку.

**Ключові слова:** сільськогосподарська техніка, ринок техніки, попит.

---

**Постановка проблеми.** В умовах інституціональних трансформацій економіки України відбулися зміни в системі формування матеріально-технічної бази сільського господарства шляхом переходу на

---

© Ю.О. Лупенко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.