

АВТОМАТИЗОВАНИЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СІВАЛОК

В.Й. Лобов, Л.І. Єфименко, кандидати технічних наук,

І.І. Дубовик, аспірант

*Державний вищий навчальний заклад
«Криворізький національний університет»*

Запропоновано автоматизований інтелектуальний випробувальний стенд для моделювання різних технологій сівби просапних культур і внесення добрив, режимів роботи машинно-тракторних агрегатів з урахуванням реального стану орного поля і посівної борозни, вологості, температури, гумусу й інших фізико-хімічних параметрів ґрунту.

***Ключові слова:** стенд, агрегат, сівалка, блок-схема, автоматизація, програмні модулі, моделювання.*

При виконанні посівних робіт потрібно враховувати цілу низку параметрів, що впливають на точність висіву: розміщення насіння в борозні, зменшення технологічних втрат і підвищення врожайності просапних культур, врахування фізико-механічних параметрів ґрунту та закономірності руху МТА в реальному часі у процесі посіву насіння. Все це впливає на схожість насіння та майбутній врожай взагалі, а для досягнення певних позитивних результатів, необхідно вдосконалювати та інтегрувати новітні способи ведення технологічних операцій при роботі МТА. Тому, для моделювання різних технологічних операцій МТА, оснащених сучасними системами керування СГС і визначення їх роботи із максимальною продуктивністю, необхідною якістю висіву насіння у посівне ложе, виникає необхідність у використанні інтелектуального випробувального стенду (ІВС).

Як відомо для комплексної діагностики різного типу обладнання та систем керування використовують випробувальні стенди, які включають комплексне

об'єднання, що слугує для збору та аналізу інформації для випробувальних систем і об'єктів. У більшості випадків ІВС використовують для з'ясування реакції об'єкта в нестандартних умовах за максимальних навантажень і зміни параметрів об'єкта керування. Так, НВП «МІКС Інжиніринг» пропонує повний цикл послуг виробникам при поставці випробувальних стендів: проектування, розробку конструкторської документації, програмного забезпечення, постачання, монтаж та налагодження обладнання, навчання і сервісне обслуговування [1]. Інший відомий виробник Bose-ElectroForce Systems Group [2] постачає випробувальні стенди для тестування різних матеріалів, і, завдяки модульним принципам побудови системи, утворилися широкі можливості для досліджень. Розробники пропонують також стенди для: вібраційної діагностики роторних систем [3], випробувань систем автоматичного управління і контролю газотурбінних двигунів [4], або вимірників кутових швидкостей [5], випробування динамічного навантаження [6], випробувальних систем для перевірки лічильників, виконаних відповідно до особливих вимог клієнтів [7], тощо.

Автоматизована серійна сівалка [8,9] призначена для висіву насіння просапних культур і внесення добрив та має у своєму складі: висівний апарат, пристрій на незалежній підвісці, який відводить грудки, сошник, передній та задній котки, що накочуються, і пристрій, який виштовхує насіння.

Окрім цього, за допомогою прецизійного землеробства [10,11] можна оптимізувати прийняття рішень щодо внесення добрив і отрутохімікатів у ґрунт для підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва. Однак як показали дослідження, нині немає ІВС для моделювання роботи систем керування посівних агрегатів, які б дозволяли імітувати роботу випробуваної технології висіву насіння, перевіряти як технічні засоби автоматизації, так і програмні.

Мета дослідження полягає в усуненні існуючих недоліків і забезпеченні на стендовому обладнанні ІВС моделювання сучасних автоматичних систем керування МТА з оптимізацією режиму їх роботи при виконанні посівних робіт,

забезпечуючи максимальну продуктивність при відносно невеликій вартості обладнання. Це дозволить виробникам при виборі технології висіву насіння попередньо виконати дослідження комплексних систем автоматизованого керування та використовуючи спеціальні методики, визначити шляхом моделювання на ЕОМ оптимальні параметри та режими роботи МТА. Тому виникає необхідність у розробці документації на стенд, включаючи математичну модель для моделювання роботи МТА, що дозволить виявити всі неточності проектування та зменшити обсяг налагоджувальних робіт.

Виклад основного матеріалу. В життєвому циклі МТА з погляду діагностики можна виділити три основних етапи: проектування і дослідження дослідних зразків, виготовлення або ремонт серійної продукції, її монтаж і налагодження на місці експлуатації, контроль стану в процесі експлуатації між ремонтами. Кожен етап супроводжується безліччю випробувань, які, зазвичай, проводяться за однією і тією самою методикою. Після реалізації алгоритму перевірки СГС в ІВС можливо автоматизувати процес проведення випробувань. Це підвищить не тільки продуктивність роботи СГС, оскільки на ІВС у автоматичному режимі вимірювання проводяться в багато разів швидше, але і точність, оскільки віртуальні прилади дозволяють проводити вимірювання за декількома каналами одночасно, гарантуючи ідентичність сигналів при відносних вимірах і дослідженнях, проведених методом порівняння зі зразком. Крім того, математична обробка результатів вимірювань також може здійснюватися автоматично – після закінчення випробувань на екран виводяться значення вимірюваних параметрів та їх відхилень від номінального значення. Запропонований ІВС складається із модулів: управління сільськогосподарським виробництвом, за допомогою якого можна виконати поточний і ретроспективний моніторинг об'єктів сільськогосподарського призначення; моніторингу агроекологічних характеристик ґрунтів, технічних та економічних можливостей господарства, що дозволяє на основі моніторингу і наукових знань виконувати дослідження роботи МТА та їх планування.

Обробляючи і аналізуючи задані в ІВС плановані і фактичні заходи, відбувається аналіз виробничої діяльності та прийняття оперативних рішень.

Для вирішення сформульованих задач пропонується ІВС для моделювання режимів роботи СГС при виконанні сільськогосподарських робіт, які виконуються за висіву насіння. На рис.1 показана структурна схема ІВС, яка є комплексним об'єднанням (блоків) різних типів обладнання, що слугують для збору і аналізу інформації для випробування сучасних автоматизованих систем керування СГС.

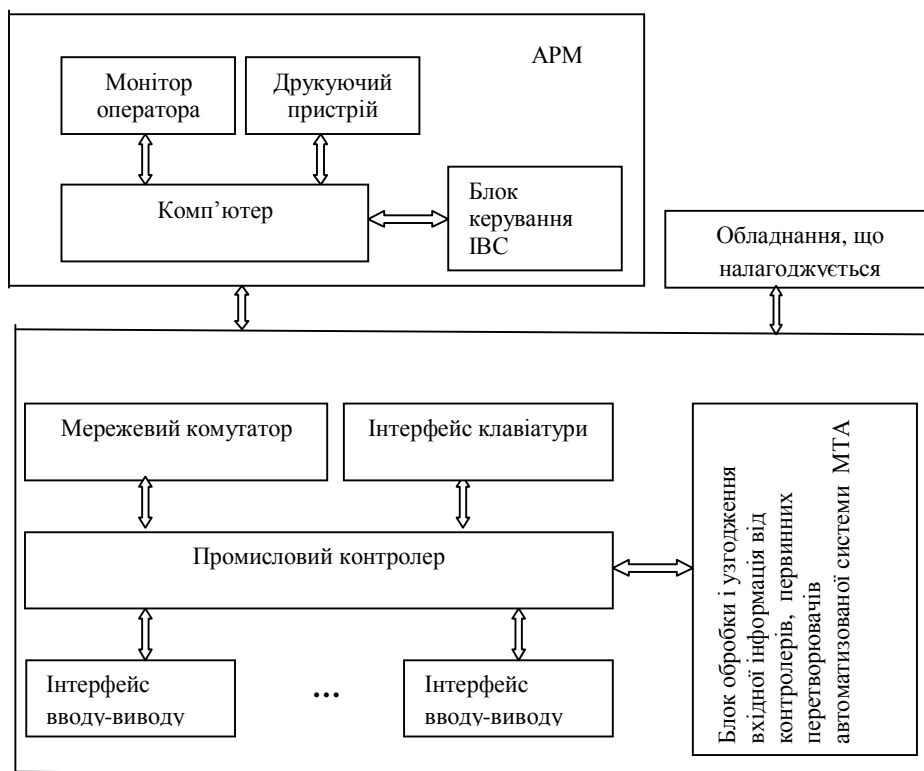


Рис 1. Структурна схема ІВС для моделювання роботи СГС

Основне призначення ІВС зводиться до імітації вхідних сигналів, що подаються на вхід автоматизованих засобів (промисловий контролер, інтерфейси для підключення периферійних пристроїв та інструментальна частина) вимірювань і викликають відповідну реакцію «вбудованого» програмного забезпечення. До складу промислового контролера ІВС (рис. 2) входять такі програмні модулі: ММ системи – програмний модуль моделювання системи; МР системи керування – програмний модуль реальної (стандартизованої) системи керування МТА; МБД програмних продуктів –

програмний модуль бази даних стандартних програмних продуктів; МКТ моделі системи ПН - модуль конфігурації технологічної моделі системи висіву насіння, що здійснює реєстрацію і динамічне включення програмних модулів реальної системи керування МТА; МФ даних загроз – модуль формування даних загроз – для накопичення і модифікації аварійних режимів, представлених у формалізованому вигляді; МФВВ - модуль формування вхідних керуючих впливів з обмеженням вхідної інформації; МФЗВ - модуль формування завдання впливів, необхідних для імітації змін досліджуваних процесів; МАР тестування - модуль аналізу результатів тестування та формування вихідної інформації, необхідної для програмування контролерів і оформлення звітів за результатами дослідження.

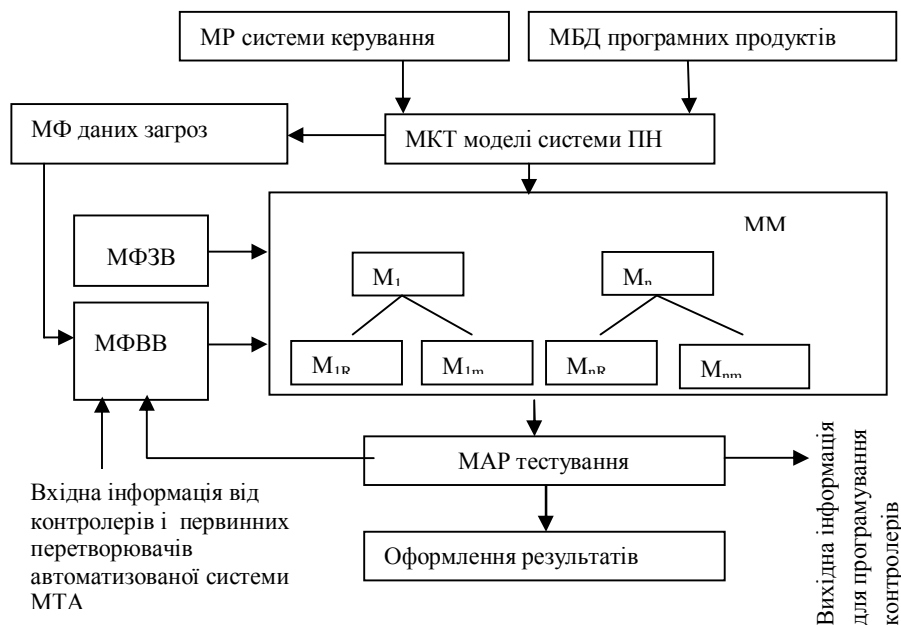


Рис 2. Структурна схема програмних модулів ІВС

ММ системи складається з набору програмних модулів, позначених відповідно, як $M_1 \dots M_n$, кожний з яких складається з еталонних (стандартних) математичних $M_{1m} \dots M_{nm}$ і реальних програмних модулів $M_{1r} \dots M_{nr}$. Програмні модулі ІВС для моделювання роботи СГС найменш складні і складаються з тестованих програм та кодів, генеруючих тестову послідовність, а складніші – з програмного забезпечення, розрахованого на реалізацію відомих технологій посіву насіння, але описаних на різних рівнях абстракції.

У багатьох системах управління МТА безпосередній доступ до програмного забезпечення, як правило, відсутній або ускладнений. Тому дослідження здійснюються з використанням тестової програми, вихідні сигнали яких формуються дослідником і порівнюються з результатами обробки таких самих сигналів, здійснюваних так званою реальною (стандартизованою) системою керування МТА. У тестовому програмному забезпеченні відтворюються основні функції тестового програмного продукту з необхідною похибкою. На підставі такого порівняння робляться остаточні висновки про використання у сільськогосподарському виробництві розробленого програмного забезпечення. При моделюванні технологічних процесів, з визначенням найкращого, враховується дійсний стан орного поля і посівної борозни, їх вологості, температури та щільності ґрунту у посівній борозні. Все це забезпечує визначення рівномірності розподілу насіння в рядку за довжиною гону, зменшуючи пропуски висіву насіння, забезпечуючи внесення добрив і отрутохімікатів у ґрунт і створення найкращих умов для проростання та схожості насіння.

При використанні ІВС є можливості автоматичного підрахунку просторових характеристик (довжина, площа, ухил місцевості, тощо); ведення поточного та ретроспективного моніторингу сільськогосподарських угідь; прогнозування врожайності залежно від удобрення і розрахунку потреби культури в поживних елементах на величину запланованого врожаю; аналізу потреби в засобах хімічної меліорації; автоматизованого створення технологічних карт; отримання зведеної інформації щодо сівозмін і господарств у цілому; розрахунку балансу гумусу і поживних речовин; створення автоматизованого облікового листа механізатора з розрахунком витрат; автоматизованого обліку техніки і сільськогосподарського інвентаря з розрахунком економічних показників; розрахунку економічних показників агротехнічних заходів, висіву культури в сільськогосподарських угіддях, ведення просторово-розподіленої бази даних, тобто узгодження об'єкта на карті, отримання об'ємних моделей, в

т.ч. рельєфу, розподілу азоту, фосфору, калію й інших елементів ґрунту для визначення агроекологічного потенціалу.

Одним з найефективніших шляхів виявлення закладок і помилок у розроблюваних програмних засобах забезпечується за допомогою ІВС. Він дозволяє аналізувати програмні засоби шляхом подачі багаторазових вхідних впливів на підставі зміни зовнішніх факторів, за допомогою яких імітується вплив можливих закладок. Таким чином, ІВС може розглядатися як детальна імітаційна модель розроблюваної системи, яка дозволяє забезпечити всебічний аналіз функціонування програмного засобу в умовах впливу закладок.

ІВС має відповідати таким вимогам: побудований як відкрита система, яка припускає модернізацію і нарощування можливостей; забезпечує адекватність результатів моделювання та реальної автоматизованої системи керування; підтримує взаємозамінність програмних модулів і реальних систем; дозволяє проводити як автономні випробування окремих простих, так і складних технологічних процесів висіву насіння.

Висновки

Для моделювання різних технологічних процесів висіву насіння і визначення найкращих режимів роботи машино-тракторного агрегату запропоновано інтелектуальний випробувальний стенд. Моделювання режимів керування сільськогосподарською сівалкою може здійснюватися з достовірною інформацією про стан посівного поля і параметрів машино-тракторного агрегату. При цьому забезпечуються оптимальні показники врожайності просапних культур. Стенд має математичну модель роботи сівалки, яка дозволить досліджувати різні технологічні режими її роботи, в тому числі і для систем точного землеробства з урахуванням рівня і характеру місцевизначених фізико-механічних параметрів ґрунту сільськогосподарського поля, а також динамічних характеристик робочих органів сівалки та машино-тракторного агрегату, тощо. Моделюючи параметри ґрунту після їх введення, аналізу та параметричної інтерпретації визначається закон керування щільністю потоків

води, добрив і стимуляторів росту, насіння та визначення глибини ложе посівної борозни, зусилля для загортання насіння та ущільнення борозен після висіву в них насіння.

Список літератури

1. Испытательное оборудование [Электронный ресурс] / НПП «МИКС Инжиниринг». - Режим доступа: mix-eng.ru. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
2. Испытательные стенды - все мировые производители [Электронный ресурс] / Produzon: зона промышленной продукции. – Режим доступа: www.produzon.ru/испытательные-стенды. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
3. Стенд для вибрационной диагностики роторных систем: патент 2340882 РФ: МПК G01M13/00. / Захезин А.М., Малышева Т.В.; заявл. 18.06.2007, опубл. 10.12.2008.
4. Способ полунатурных испытаний систем автоматического управления и контроля газотурбинных двигателей: патент 2340882 РФ: МПК G01M15/14. / Куликов Г.Г., Погорелов Г.И., Арьков В.Ю., Фатиков В.С., Азанов М.Р., Епифанов С.В., Абдулнагимов А.И.; заявл. 18.05.2007, опубл. 10.12.2008.
5. Стенд для контроля измерителей угловых скоростей: патент 2115128 РФ: МПК G01P21/00. / Калихман Д.М., Калихман Л.Я., Пестунов А.Н., Андрейченко К.П., Улыбин В.И.; заявл. 05.12.1995, опубл. 10.07.1998.
6. Стенд для испытания динамической нагрузки: патент 2487332 РФ: МПК G01M13/02. / Росси Ринальдо Жан Костантино; заявл. 08.06.2010; опубл. 10.07.2013.
7. Испытательные стенды для испытательных систем электросчетчиков [Электронный ресурс] / B2B Expro. – Режим доступа: www.b2bexpro.ru/223/. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
8. Пристрій для висіву насіння просапних культур і внесення добрив: патент 84931: МПК A01C 7/00. / Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.; власник

- патенту ДВНЗ "Криворізький національний університет". – № u201303743; заявл. 26.03.2013; опубл. 11.11.2013; Бюл. № 21/2013.
9. Спосіб сівби просапних культур і внесення добрив: патент 84925: МПК А01С 7/00. / Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.; власник патенту ДВНЗ "Криворізький національний університет". – №u201303692; заявл. 26.03.2013; опубл.11.11.2013; Бюл. № 21/2013.
- 10.Лобов В.Й., Дубовик І.І. Перспективи впровадження систем презиційного землеробства в АПК України / В.Й. Лобов, І.І. Дубовик // Вісник Криворізького технічного університету. – 2012. – № 32. – С. 199-202.
- 11.Кобец Н.И. Применение данных дистанционного зондирования Земли в системах точного земледелия. / Н.И. Кобец // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. – 2002. – № 15. – С. 67-75.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ СЕЯЛОК

В.И. Лобов, Л.И. Ефименко, И.И. Дубовик

Предложен автоматизированный интеллектуальный испытательный стенд для моделирования различных технологии сева пропашных культур и внесение удобрений, режимов работы машинно-тракторных агрегатов с учетом состояния пахотного поля и посевной борозды, влажности, температуры, гумуса и других физико-химических параметров почв.

Ключевые слова: стенд, агрегат, сеялка, блок-схема, автоматизация, программные модули, моделирование.

AUTOMATED MODEL FOR THE SIMULATION OF THE SEEDERS

V.I. Lobov, L.I. Efimenko, I.I. Dubovik

An automated intelligent test bench for the simulation of different technology for sowing cultivated crops and fertilizers, operating modes of the machine-tractor units

taking into account the state of the arable fields and seed furrows, humidity, temperature, humus and other physical and chemical soil parameters.

Keywords: *the stand unit, planter, block diagram, automation, software modules for modeling.*