

УДК 631.171:519.87

## **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ СІВБИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

*Хоменко Владислав Васильович, студент 4 курсу факультету інженерії  
агробіосистем*

*Науковий керівник: к.т.н. Броварець О.О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Анотація.** На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва виникає необхідність забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Один із шляхів вирішення такої проблеми лежить у площині використання технологій диференційної сівби сільськогосподарських культур.

**Ключові слова:** точне землеробство, моніторингу, диференційна сівба.

### **Вступна частина.**

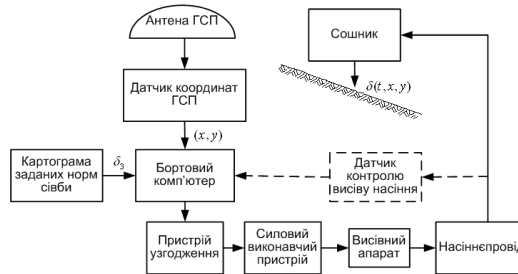
**Досліджувана проблема та її значення.** Сівба є однією з основних технологічних операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур. Головне завдання при сівбі полягає в оптимальному розміщенні в ґрунті насіння з метою створення найкращих умов для росту та розвитку рослин і отримання в кінцевому результаті максимального врожаю [1, 2, 3].

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва виникає необхідність забезпечення належної якості виконання технологічних операцій, шляхом проведення моніторингу стану сільськогосподарських угідь. Використання систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь при сівбі сільськогосподарських угідь дає можливість забезпечити диференційовану сівбу сільськогосподарських культур. Диференційована сівба сільськогосподарських культур дає можливість забезпечити підбір оптимальної площі живлення рослин з врахування просторової неоднорідності [4, 5, 6, 7].

### **Основна частина.**

**Розробка функціональної схеми проведення місце визначеної сівби.** Зернова сівалка з механічним висівним апаратом, як об'єкт технологічного регулювання має два основних регульованих параметри: норму висіву насіння і глибину ходу сошників. Така сівалка має систему робочих органів для дозування насіння і мінеральних добрив

в рядки і систему робочих органів для заробки насіння у ґрунт на задану глибину (рис. 1).



**Рис. 1. Функціональна схема проведення місцевизначеної сівби.**

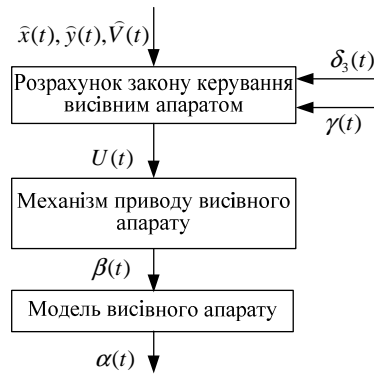
Наведена функціональна схема проведення місцевизначеної сівби дає можливість аналізувати систему і вибрати такі передаточні функції робочих елементів зернової сівалки, щоб вони забезпечували задану щільність розподілу насіння в рядках, яка обумовлена картограмою заданих норм сівби. За допомогою визначених передаточних функцій на етапі розробки і проектування машин можна оцінити показники якості процесу керування режимом роботи сівалок і визначити характеристики точності функціонування їх систем.

Функції контролю і регулювання нормою висіву насіння передаються спеціалізованим датчикам та пристроям, які аналізують технологічну ситуацію і подають в реальному часі на бортовий комп'ютер інформацію про необхідну у дану мить для даної точки поля норму висіву насіння (рис. 1). Бортовий комп'ютер аналізує (у відповідності до закладеного програмного забезпечення) в реальному часі  $t$  за допомогою датчика координат ГСП інформацію про місцезнаходження  $(x, y)$  посівного агрегату в полі і поточну інформацію про задану  $\delta_3$ , для даної точки поля, норму сівби. Дані про задану норму сівби надходить від картограми-завдання. Аналізується, також, за допомогою датчика контролю висіву насіння інформація про реальну інтенсивність зернового потоку на дану мить.

Процесорна система бортового комп'ютера розраховує необхідний рівень керуючого сигналу, який передається через пристрій узгодження на силовий виконавчий пристрій. Останній управляє технологічним режимом роботи висівного апарату, наприклад, шляхом зміни частоти обертання котушки висівного апарату зернової сівалки з механічною висівною системою. В результаті забезпечується виконання заданої норми сівби  $\delta(x, y, t)$  із заданим рівнем помилки.

### ***Розробка алгоритму керування змінними нормами сівби зернових культур.***

Одним з основних елементів моделі функціонування посівного агрегату зі змінними нормами сівби є модуль висівної системи з вихідним параметром  $\alpha(t)$ . Функціональна схема модулю висівної системи представлена на рис. 2.



**Рис. 2. Функціональна схема модулю висівної системи сівалки для технологій точного землеробства.**

Інтенсивність керованого потоку насіння  $\alpha(t)$  знаходиться в функції регульованого параметру  $\beta(t)$ . В якості вхідної функції (цілі функціонування) технологічного процесу посівної машини з регулятором норми сівби приймається вихід блоку зчитування (PC card) картограми заданих норм сівби  $\delta_3(t)$ , які (норми) необхідно реалізувати по всій площі поля. Тому основною задачею на даному етапі є розрахунок оптимального значення керуючої дії  $U(t)$ .

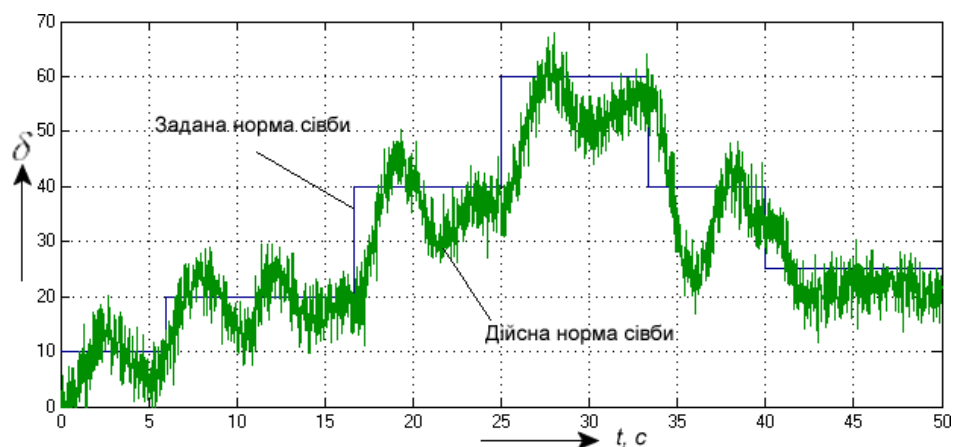
Ціль функціонування досягається, з одного боку, шляхом організації руху сівалки по заданих лініях гону, а також шляхом регулювання інтенсивності вихідного потоку насіння (контролюється датчиком інтенсивності потоку з вхідним сигналом  $\alpha(t)$  та вихідним -  $\gamma(t)$ ) в залежності від швидкості руху та координат місцезнаходження МТА, з другого боку. В результаті на виході системи маємо кінцеву норму висіву насіння -  $\delta(x, y, t)$ .

При функціонуванні посівної машини у виробничих умовах на елементи висівної системи діють різного роду збурення. Такі збурення можуть бути обумовлені, наприклад, нестабільністю тиску повітря в пневматичній системі, похибками роботи навігаційної системи посівного агрегату, датчика висіву насіння тощо. Перехід з однієї норми сівби на іншу (що необхідно для виконання сівби зі змінними нормами) також

можна розглядати як частковий випадок збурень. Для забезпечення нормальної роботи висівної системи застосовано блок розрахунку закону управління висівним апаратом, який разом з іншими елементами висівної системи утворюють схему автоматичного регулювання. При цьому важливо забезпечити високі динамічні характеристики такі, як: усталеність функціонування, час, швидкість, точність регулювання тощо. Для цього необхідно, з одного боку, при відомій структурі системи знайти оптимальне значення її динамічних параметрів, а також визначити структуру і параметри закону керування, з другого боку.

З графіку (рис. 3) реалізації заданої норми сівби видно, що виконання завдання відбувається незадовільно, особливо для максимальних значень норм сівби. Має місце значне запізнення в часі при переході з одного рівня норми сівби на інший, а також велике значення похибки відхилення дійсної норми сівби від необхідної  $\delta_3(t)$ . Відносне значення цього параметру на заліковому періоді  $T = 50$  с склало 40 %.

Характер перебігу графіку зміни дійсної норми сівби свідчить про значний вплив на якість виконання завдання систематичних та випадкових складових помилок функціонування приводу модулятора, висівного апарату та датчика інтенсивності висіву насіння.



**Рис. 3. Графік реалізації заданої норми сівби.**

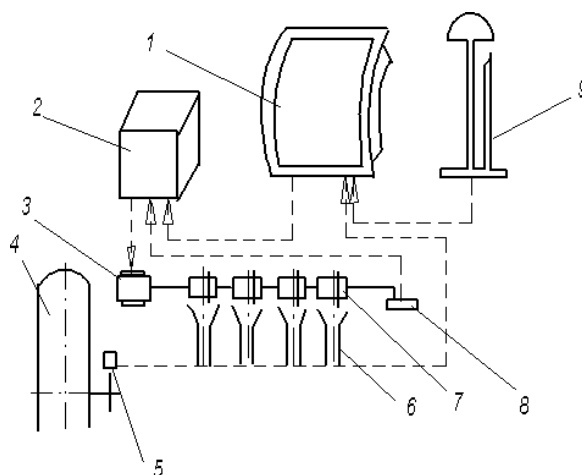
Наявність високочастотних шумових складових, зокрема при роботі датчика інтенсивності потоку насіння, приводить до випадкових коливань виконавчого механізму системи, що, у свою чергу, збільшує дисперсію помилки регулювання, знижує точність регулювання. Сильні шумові складові приводять систему до нестійкого режиму роботи.

Для зменшення впливу збурень в практичних ситуаціях застосовуються два основних способи: зменшення коефіцієнта підсилення регулятора, тобто, фактично, перехід на інтегральний закон регулювання, який малочутливий до шумів та фільтрації вимірюваного сигналу. В даному випадку необхідна компенсація високочастотних (в порівнянні з основним сигналом) збурень. При цьому, з метою отримання мінімальної дисперсії помилки регулювання, високочастотні перешкоди повинні бути відфільтровані.

Як видно, шумові складові графіка, що описує процес виконання дійсної норми сівби, значно зменшились, але відносна похибка відхилення дійсної норми сівби від необхідної залишилась значною і склала 37,4 %, що не є нормальним для застосування технологій точного землеробства.

***Вузли та елементи висівної системи для технологій точного землеробства.***

У відповідності до розроблених раніше концепції та ідеології побудови сівалки для технологій точного землеробства, була розроблена і виготовлена висівна система, а також програмно апаратні елементи для реалізації змінних норм сівби (рис. 4). Система включає в себе: антену супутникової навігації 9, бортовий 1 та робочий 2 комп'ютери, електроциліндр 3 регулювання робочої довжини котушкових дозаторів 7, датчики зворотного зв'язку 8 та швидкості 5 переміщення машини по поверхні поля. В бортовий комп'ютер 1 встановлюється флеш-карта з картограмою-завданням на необхідну норму сівби, система супутникової навігації 9 надає координати знаходження агрегату в полі.

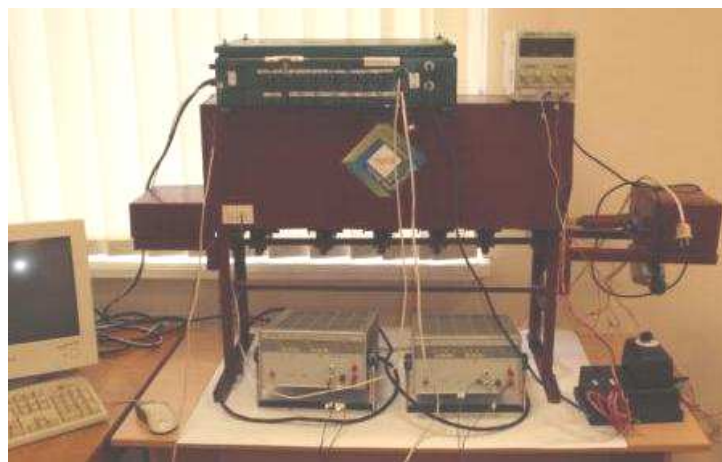


**Рис. 4. Схема застосування змінної норми сівби на зерновій сівалці: 1 – бортовий комп'ютер; 2 – робочий комп'ютер; 3 – керований електроциліндр; 4 –**

**опорне колесо; 5 – датчик швидкості; 6 – висівні канали; 7 – котушкові дозатори;  
8 – датчик зворотного зв'язку; 9 – система навігації.**

Система працює наступним чином: при переміщенні МТА по поверхні поля робочий комп'ютер отримує сигнал від супутників GPS і у відповідності з параметрами стану поля через електродвигун приводу дозатора контролює частоту обертання шнекового дозатора, чим регулює норму сівби.

З метою дослідження програмно-апаратного модуля керування змінними нормами сівби зернових культур було розроблено та виготовлено спеціальну лабораторну установку (рис. 5).



**Рис. 5. Лабораторна установка дослідження програмно-апаратного модуля керування змінними нормами сівби**

Лабораторна установка складається з:

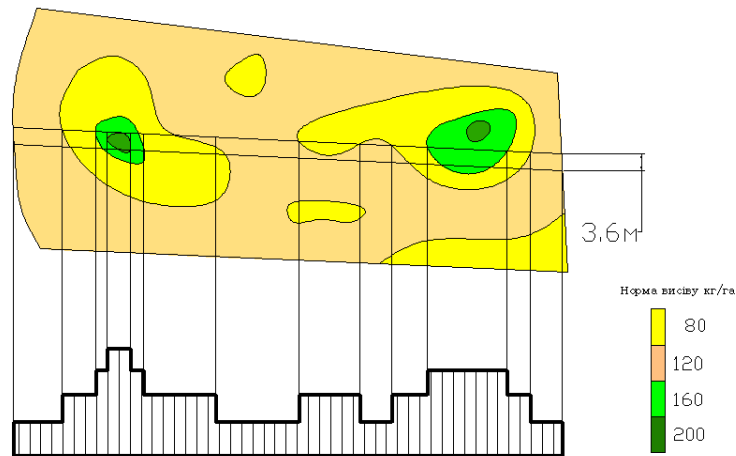
- персонального комп'ютера;
- програмно-апаратного модуля керування змінними нормами сівби;
- висівної системи зернової сівалки;
- електродвигунів приводу висівної системи;
- регулятора РШ-1;
- блоків живлення;
- програмного забезпечення.

*Аналіз функціонування сівалки для місцевизначеної сівби зернових в лабораторно-польових умовах.* З метою перевірки якості висіву насіння у відповідності до картограми-завдання були проведені лабораторно-польові експериментальні дослідження, які проводилися на дослідному полі ВП НУБіП

України «Великоснітинське» НДГ ім. О.В.Музиченка. Експериментальні дослідження були проведені під час висіву пшениці в період осінньо-пльових робіт.

Попередньо була складена і записана на магнітну картку електронна картограма-завдання сівби. Ця картограма була розроблена для експериментальної ділянки, де проводились експерименти. Відповідно до заданої картограми сівби, бортовий комп'ютер випрацьовував керуючу дію з умов забезпечення необхідних значень показників усталеності та якості перехідних процесів в слідкуючій системі, а також обраного рівня помилки процесу слідкування.

Для перевірки працездатності програмно-апаратного модуля керування змінними нормами сівби зернових в польових умовах дослідна ділянка розбивалась на частини з різними нормами висіву (рис. 6).



**Рис. 6. Картограма-завдання на проведення місцевизначеної сівби.**

Після виконання заданих режимів сівби було визначено дійсну норму висіву шляхом аналізу висіяного насіння на двадцяти залікових ділянках з відстанню між ділянками один метр. Обчислення дійсної норми висіву проводили наступним чином, після проходження агрегату на ділянці розмірами (10см\*20см) підраховувалася кількість зернин висіяної культури, та обчислювалося значення норми висіву у перерахунку на кг/га. Результати досліджень (рис. 7) оброблялись методами математичної статистики, з визначенням основних статистичних характеристик:

- середнього квадратичного відхилення;
- дисперсії;
- середньої помилки середнього квадратичного відхилення;
- коефіцієнта варіації;

- показнику відносної точності дослідів і достовірного інтервалу.



**Рис. 7. Результати виконання завдання на змінні норми сівби.**

Графіки наглядно показують високу якість процесу сівби, працездатність системи автоматичного регулювання та стабільність необхідного режиму роботи. Як видно з графіків має місце незначне відхилення від заданої норми висіву, що обумовлене випадковими збуреннями в системі живлення електродвигуна приводу та недоліками механізму приводу. Відхилення від заданої норми висіву становить менше 3% та знаходиться в межах норми.

Як бачимо, для виконання місцевизначеної сівби необхідно відтворення наступних етапів: створення картограми-завдання на сівбу (офісна частина роботи); розрахунок координат місцеположення посівного агрегату в полі; визначення кінематичних режимів роботи агрегату (швидкість руху, курс, магнітний азимут тощо); контроль інтенсивності вихідного потоку насіння; розрахунок оптимальних керуючих дій механізму приводу дозуючої системи; зміна положення дозатора.

### **Висновки.**

В основу моделі місцевизначеної сівби покладена концепція формування щільності розподілу ТМ під впливом двох складових руху: переносної складової разом з сільськогосподарською машиною та відносної - під час руху насінневого матеріалу по робочих органах сільськогосподарської машини



1. При місцевизначеній сівбі норма висіву насіння повинна автоматично керуватись сигналами з бортового комп'ютера МТА залежно від величини та вигляду картограми-завдання на сівбу.
2. Для реалізації процесів формування заданих норм внесення посівного матеріалу за карт-технологією можливо використовувати системи з автоматичним приводом регулятора і зворотнім зв'язком.
3. На характер реалізації дійсної інтенсивності потоку висіяного насіння значною мірою впливають систематичні та шумові похибки вимірювань кінематичних режимів роботи МТА та датчиків зворотних зв'язків, що обумовлює підвищені вимоги до параметрів електромеханічних елементів системи регулювання.
4. Для зменшення впливу збурень на роботу дозуючої системи сівалки для технологій точного землеробства необхідно зменшувати коефіцієнт підсилення регулятора, тобто, фактично, переходити на інтегральний закон регулювання, який малочутливий до шумів і проводити фільтрацію вимірюваного сигналу.
5. Лабораторно-польові експериментальні дослідження розробленої сівалки для місцевизначеної сівби показали високу якість процесу сівби, працездатність розробленої системи автоматичного регулювання та стабільність заданого режиму роботи. Відхилення від заданої норми висіву становить менше 3%.

#### **Перелік літератури:**

1. Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. –Кіровоград: -2003. -202 с.
2. Басин В.С. Семязательные рабочие органы и подвески сошников зарубежных свекловичных сеялок / Тракторы и сельхозмашины. № 1. -1977. –С. 43-46.
3. Анилович В.Я., Басин В.С. Анализ конструкций подвесок сошников и пути их совершенствования / Механизация и электрификация сельского хозяйства. № 4. - 1968. –С. 22-24.
4. Еркаев А.Д., Коробейникова Д.С., Ковлягин Ф.В. Площадь питания растений озимой пшеницы безостая 1 и требования к типу сошника и к равномерности распределения / Труды ВИСХОМ. в. 75 "Исследования технологических процессов и рабочих органов посевных машин" М.. 1973. с. 48-52.

5. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Гаврилюк Г.Р. Аспекти системи точного землеробства. Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць, вип. 3 (6). –Одеса, 1999, с. 497-501.
6. Аніскевич Л.В. Сенсор-технологія в точному землеробстві. –Київ, Науковий вісник НАУ. Вип. 9. –1998, с. 70-72.
7. Wibawa, W. D., Dlundu, Larry J. Swenson, David G. Hopkins, and William C. Dahnke. Variable Fertilizer Application Based on Yield Goal. Soil Fertility, and Soil Map Unit // Journal of Production Agriculture 1993. – N 6. - P. 255- 261.

### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

*Хоменко Владислав Васильевич, студент 4 курса факультета инженерии  
агробiosистем*

*Научный руководитель: к.т.н. Броварець О.О.*

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

*Аннотация.* На современном этапе развития сельскохозяйственного производства возникает необходимость обеспечения оптимальных условий для роста и развития растений. Один из путей решения такой проблемы лежит в плоскости использования технологий дифференциального сева сельскохозяйственных культур.

*Ключевые слова:* точное земледелие, мониторинга, дифференциальный сев.

### **DEVICE FOR THE DIFFERENTIAL SOWING of AGRICULTURAL CULTURES**

*Homenco Vladislav Vasilii, student of a 4 course of faculty of engineering of  
agrobiosistem*

*Scientific leader: PhD. Brovarets O.O.*

*National University of Life and Environmental Science of Ukraine*

*Annotation.* On the modern stage of development of agricultural production there is the necessity of providing of optimum terms for growth and development of plants. One of ways of decision of such problem lies in the plane of the use of technologies of the differential sowing of agricultural cultures.

*Keywords:* exact agriculture, monitoring, differential sowing.

*Роботу виконано за підтримки гранта Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених на 2013 рік ( проект GP/F49/109 ).*