

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИСІВУ НАСІННЯ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР КООРДИНАТНИМ ГІДРО-ПНЕВМАТИЧНИМ ВИСІВНИМ АПАРАТОМ

**Бойко В. Б., інж.**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

*Розроблено методику та проведено лабораторні дослідження процесу висіву насіння овочевих культур координатним гідро-пневматичним висівним апаратом. Використавши отримані значення результатів досліджень побудовано математичну модель точності висіву. Отримано графічні залежності точності висіву насіння в задані координати від конструктивно-технологічних параметрів висівного апарата.*

**Постановка проблеми.** Останнім часом Українськими науковцями активно проводяться науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи по створенню машин для посіву, обробітку і збирання овочевих культур. Проте, до цього часу дані машин не знайшли широкого застосування в виробничих умовах.

Це надає особливої гостроти проблемі впровадження нових підходів в землеробстві, розробці машин здатних автоматизувати технологічні процеси на вирощуванні овочевих культур, знизити затрати ручної праці та підвищити культуру виробництва в рослинництві.

Однією з відповідальних операцій у технології вирощування овочевих культур є сівба, строки і якість проведення якої багато в чому визначають якість сходів, розмір врожаю, захворюваність культур.

Запропонований науковцями Дніпровського аграрно-економічного університету координатний гідропневматичний висівний апарат [1] в подальшому КГПВА дозволить усунути наведені вище проблеми за рахунок точного координатного висіву наклюненого насіння з одночасним внесенням стимуляторів росту та засобів захисту рослин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Посів овочевих культур здійснюється рядковим способом овочевими сівалками вітчизняного виробництва СТВТ-4, СОН – 4,2, СОТ-4/2 та інших. Висів насіння відбувається рядком з заданою кількістю насіння на гектар та певною рівномірністю розміщення в рядку. Цього достатньо для висіву насіння «пучкових» овочевих культур.

Для пунктирного (точного) висіву насіння широко використовується пневмо-механічні сівалки вітчизняного виробництва: СУПО – 8, «Клен», а також зарубіжні сівалки: Gaspardo-Olimpia, Gaspardo-Orietta, Colibra та інші.

Розглянуті сівалки розраховані на посів овочевих культур і за сприятливих умов здатні забезпечити необхідну кінцеву густоту. Недостатня вологість ґрунту на всьому періоді проростання насіння та відсутності опадів негативно впливають на кінцеву густоту і як наслідок отримання зріджених нерівномірних сходів, зниження врожайності.

Відоме конструктивне рішення гідравлічного висівного апарата, запропоноване науковцями Харківського національного технічного університету сільського господарства, дозволяє підвищити польову схожість і скоротити терміни проростання шляхом висіву пророщеного насіння з наступним зволоженням насінневого ложа [2]. Головним недоліком висівного апарата являється неможливість забезпечити пунктирний висів насіння овочевих культур, так як процес висіву відбувається з перемішуванням рідини з насінням в бакові і наступним транспортуванням насіння рідиною з імовірним його характером розподіленням по рядкам.

Запропонований КГПВА дозволяє усунути недоліки розглянутого вище висівного апарата і забезпечити точний висів пророщеного насіння в задані точки на полі.

**Мета дослідження.** Встановлення потенційних можливостей координатного гідропневматичного висівного апарата в лабораторних умовах.

**Результати досліджень.** Для проведення лабораторних досліджень координатного висіву КГПВА розроблено дослідну установку рис. 1.

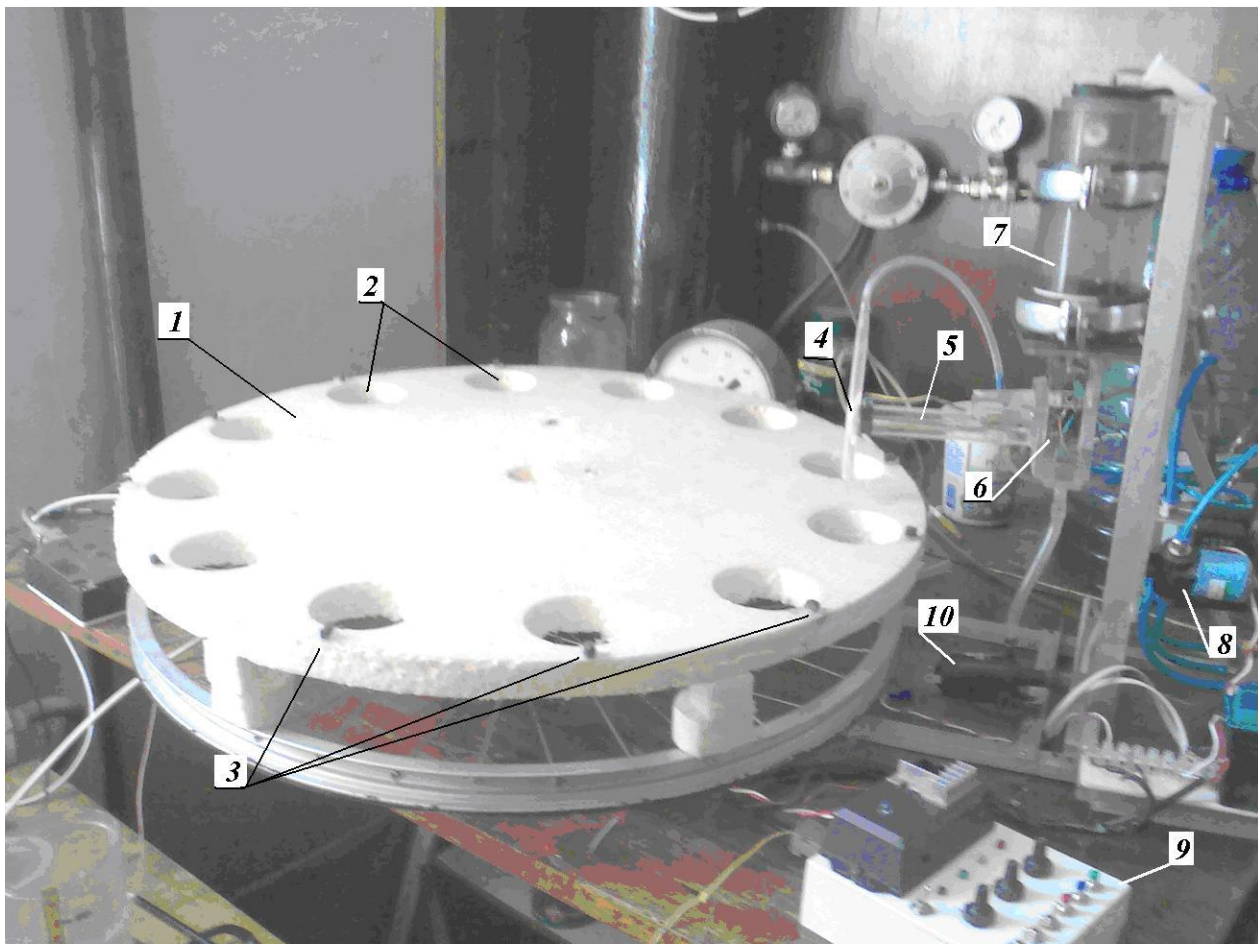
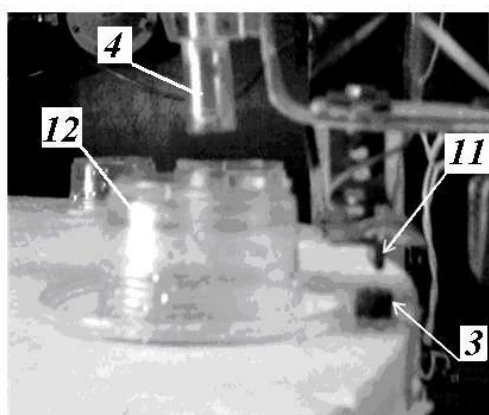


Рис. 1 – Загальний вигляд лабораторної установки для дослідження координатного висіву насіння:

1 – барабан; 2 – гнізда для насінне-уловлювачів; 3 – магніти-мітки положення барабана; 4 – сопло-ствол; 5 – насіннепровід; 6 – забірна камера; 7 – корпус висівного апарата; 8 – блок електрореле; 9 – блок керування; 10 – циркуляційний насос.



а



б

Рис. 2 – Взаємне розташування елементів під час висіву (а) та вигляд насіннеуловлювача (б): 11 – датчик положення; 12 – насіннеуловлювач (решта позицій відповідають рис. 1)

Установка складається з барабана 1, який обертається на осі, приводиться в дію колекторним електродвигуном МЭ-241 через фрикційний ролик, і має дванадцять гнізд 2 для насінне-уловлювачів. В якості насінне-уловлювачів використовуються полістирольні стаканчики на 200 та 80 мл з діаметром 70 та 50 мм, відповідно (рис. 2, б). Проти кожного гнізда (рис. 2, а) встановлені постійні магніти 3, які викликають спрацювання герконового датчика 11 положення барабана, що керує відкриванням пневмоклапана і призводить до висіву «вистрілюванням» сопло-ствола 4. Частота обертання барабана регулюється в межах від 1 до 60<sup>c-1</sup> шляхом зміни напруги живлення приводного двигуна, що забезпечує частоту висівів 0,2...12 Гц.

Дослідження виконаємо за багатофакторним планом 3x27. Кількість висівів за один дослід встановлюємо 600 після чого лічильник автоматично вимикає висівний апарат.

Враховавши попередньо проведені дослідження обираємо вхідні показниками (фактори), що мають найбільший вплив на критерій оптимізації висівного апарата точність висіву. В таблиці 1 наведено основні фактори та рівні їх варіювання. Концентрацію насіння [3–5] в зоні забірної камери підтримуватимемо в межах 0,25-0,65 1/мл.

Таблиця 1 – Значення факторів

Кодоване позначення	Фактори	Рівні варіювання			Інтервали варіювання
		1	0	-1	
$x_1$	Частота висівів, Гц	2	6	10	4
$x_2$	Концентрація, 1/шт	0,65	0,45	0,25	0,2
$x_3$	Тиск наддуву, МПа	0,033	0,03	0,027	0,003

В таблиці 2 наведено основні результати досліджень якісних показників роботи висівного апарата.

Таблиця 2 – Вплив основних факторів на якісні показники роботи КГПВА

№ досліду	Фактори			Показники оптимізації				
	Частота висівів, фв	Концентрація насіння, кн	Тиск надуву, Рнад	Точність висіву, %			Пропуски, %	Двійники, %
				Експер.	Теорет.	Відхил.		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_{1E}$	$y_{1T}$	-	$y_{2E}$	$y_{3E}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-1	-1	-1	84,66	85,7	1,04	14,8	4,6
2	-1	-1	0	87,72	87,1	-0,62	12,9	5,2
3	-1	-1	1	86,50	86,2	-0,30	13,5	3,5
4	-1	0	-1	97,39	97,3	-0,09	2,8	10,3
5	-1	0	0	100,38	100	-0,38	0	12,2
6	-1	0	1	99,09	99,5	0,41	0,3	9,67
7	-1	1	-1	88,50	87,9	-0,60	12,1	19,2
8	-1	1	0	91,43	92,4	0,97	7,9	21,7
9	-1	1	1	90,07	90,2	0,13	10,8	17,1
10	0	-1	-1	82,77	82,3	-0,47	17,3	4,1
11	0	-1	0	85,90	85,5	-0,40	14,5	4,8
12	0	-1	1	84,74	83,2	-1,54	16,7	3,5
13	0	0	-1	95,30	95,6	0,30	4,5	8,7
14	0	0	0	98,35	98,7	0,35	1,1	9,83
15	0	0	1	97,13	97,6	0,47	2,4	6,2
16	0	1	-1	86,21	85,4	-0,81	14,7	14,7
17	0	1	0	89,19	89,2	0,01	10,6	16,8
18	0	1	1	87,90	88,1	0,20	11,8	13,7
19	1	-1	-1	71,74	71,5	-0,24	28,8	1,6
20	1	-1	0	74,93	76,3	1,37	24,7	2,5
21	1	-1	1	73,83	74,83	1,00	25,2	1,2
22	1	0	-1	84,06	83,5	-0,56	16,5	5,1
23	1	0	0	87,17	86,5	-0,67	13,9	6,1
24	1	0	1	86,01	85,3	-0,71	14,8	3,7
25	1	1	-1	74,76	75,8	1,04	24,3	8,7
26	1	1	0	77,81	77,9	0,09	22,7	10,7
27	1	1	1	76,57	76,2	-0,37	23,8	7,2

Використавши математичний пакет Statistika-6.0 проведено обробку даних результатів досліджень багатфакторного експерименту та отримано регресійні рівняння визначення точності висіву  $\tau_e$  висівного апарата в залежності від трьох значимих експлуатаційно-технологічних факторів.

Рівняння регресії точності висіву  $y$  в кодованому вигляді:

$$y = 98,153 - 6,5816 \cdot x_1 + 1,6928 \cdot x_2 + 0,8961 \cdot x_3 - 0,3525 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,04417 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,05583 \cdot x_2 \cdot x_3 - 4,2817 \cdot x_1^2 - 10,6817 \cdot x_2^2 - 2,2816 \cdot x_3^2, \quad (1)$$

де  $x_1, x_2, x_3$  – фактори у кодованому вигляді.

Рівняння регресії в розкодованому вигляді:

$$\tau_e = -195,85 + 1,653 \cdot f_e + 248,65 \cdot k_n + 15445,85 \cdot P_{над} - 0,4406 \cdot f_e \cdot k_n + 3,68 \cdot f_e \cdot P_{над} + 93,05 \cdot k_n \cdot P_{над} - 0,26 \cdot f_e^2 - 267,04 \cdot k_n^2 - 253518,5 \cdot P_{над}^2, \quad (2)$$

Перевірку відтворюваності досліду перевіряли за критерієм Кохрена [6] для достовірної імовірності експерименту  $p = 0,95$ :

$$G_p = \frac{S_{i_{max}}^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2} \leq G_{таб}(q, f_y, f_n), \quad (3)$$

де  $S_i^2$  – дисперсія досліду;

$S_{i_{max}}^2$  – найбільша за числовим значення дисперсія одного з дослідів.

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{n-1}, \quad (4)$$

де  $y_{ij}$  – значення вихідної величини отримане експериментальним шляхом в  $j$ -му повторюванні  $i$ -го досліду ( $j=1 \dots n, i=1 \dots N$ );

$N$  – кількість дослідів;

$n$  – кількість повторень досліду;

$\bar{y}_i$  – середнє значення вихідної величини в  $i$ -му досліді;

$G_{таб}(q, f_y, f_n)$  – табличне значення критерію Кохрена;

$q$  – рівень достовірності приймаємо  $q=0,05$ ;

$f_y$  – кількості незалежних значень дисперсії ( $f_y=N$ );

$f_n = n-1$  – числа свободи кожного значення.

Згідно довідкової літератури [6] табличне значення критерія Кохрена для нашого випадку відсутнє, провівши лінійну інтерполяцію отримали  $G_{таб}(0, 05, 27, 2)=0,2167$

За результатами проведених розрахунків при трикратній повторюваності досліду  $G_p = 0,098 < G(0,05, 27, 2) = 0,2167$  умова виконується, отже ми можемо стверджувати про однорідність отриманих дисперсій проведеного експерименту і можливість відтворення досліду.

Отримавши дисперсію досліду проведемо оцінку адекватності математичної моделі за критерієм Фішера [6], для цього необхідно отримати розрахункове значення даного критерію  $F_p$  та порівняти його з табличним  $F_{таб}$ .

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_i^2} \leq F_{таб}, \quad (5)$$

де  $S_{ад}^2$  – дисперсія адекватності математичної моделі;

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{im})^2}{N - k}, \quad (6)$$

де  $y_{ij}$  – значення вихідної величини отримане за регресійним рівнянням;  
 $k$  – кількість коефіцієнтів математичної моделі.

Провівши розрахунки можна стверджувати про адекватність математичної моделі, так як умова адекватності виконується  $F_p = 1,09 \leq F_{таб} = 3,19$ .

За допомогою програми Statistika-6.0 отримуємо графічні залежності точності висіву від конструктивно-технологічних параметрів висівного апарата та їх значення для отримання максимального значення точності висіву рис. 3-4.

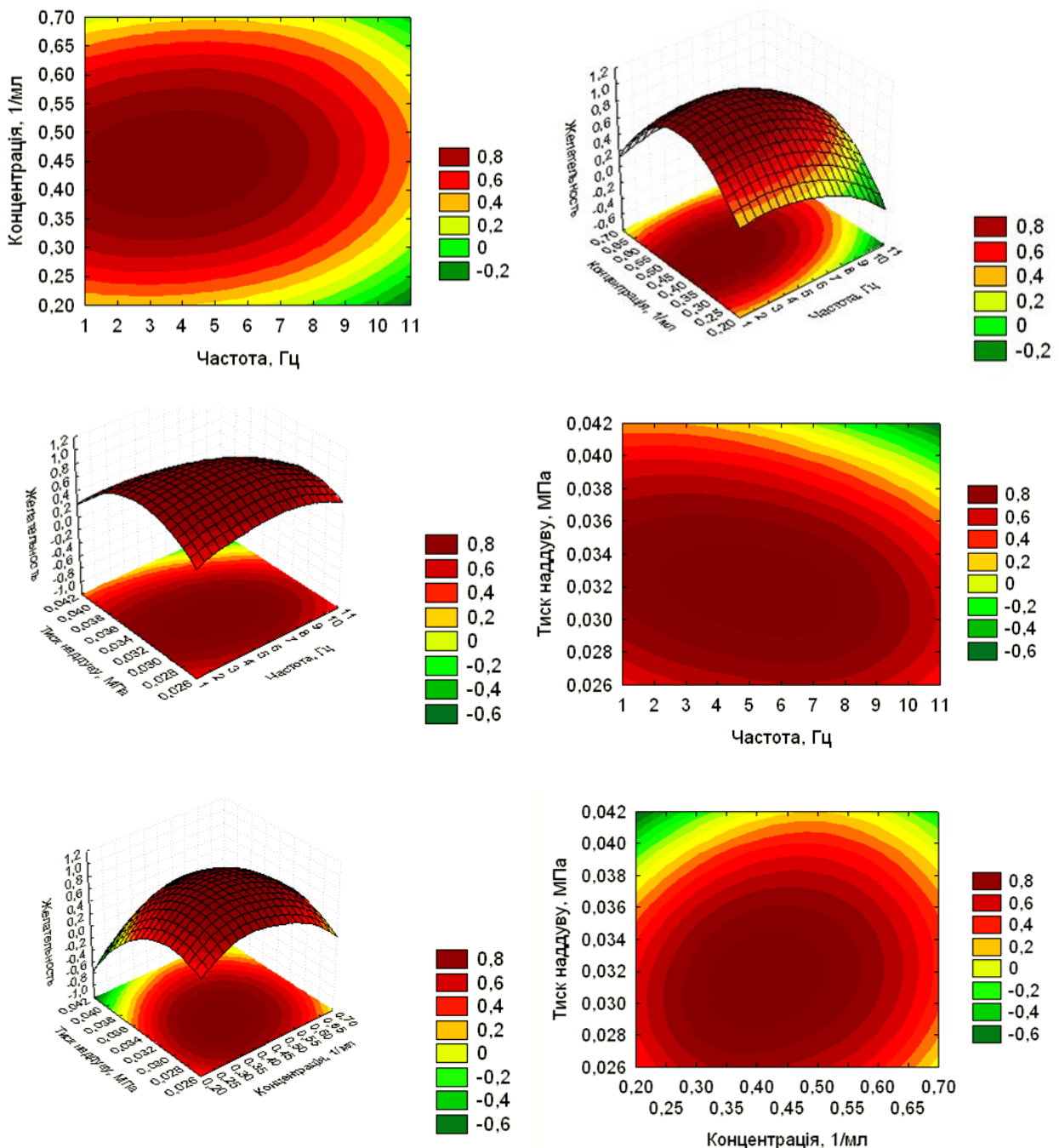


Рис. 3 – Поверхні та контури бажаності факторів

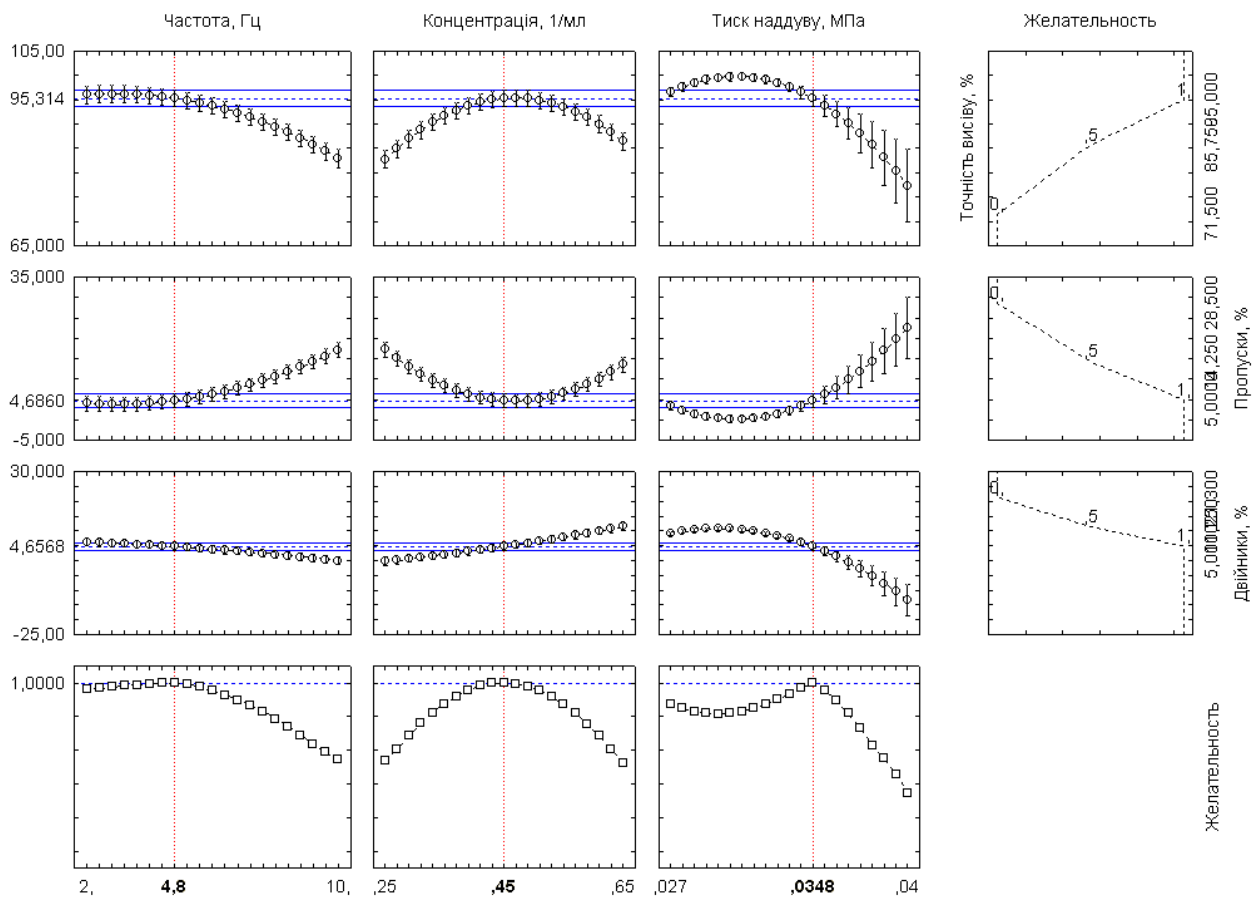


Рис. 4 – Функції бажаності факторів за максимальної точності висіву

**Висновки.** Розроблена дослідна установка дозволяє виконати дослідження висівних апаратів координатного точного висіву на різних режимах роботи. Отримана математична модель адекватно описує залежність точності висіву від конструктивно-технологічних параметрів роботи висівного апарата. Математичний пакет Statistika-6.0 дозволяє визначитися з бажаними значеннями факторів для отримання максимальної точності висіву.

### Список використаних джерел

1. Спосіб координатного гідропневматичного висіву насіння та пристрій для його реалізації. Патент України UA № 90998 A01C7/04. Бюл. № 12, 2010.
2. Гідросівалка для висіву пророщеного насіння. Патент України № 58353 A01C7/16. Бюл. № 7. 2011.
3. Бойко В.Б. Експериментальне визначення рівномірності висіву насіння гідросівалкою / Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. - Вінниця: ВНАУ. – Вип. 11. Т. 1(65). – 2012. - С. 89-94.
4. Бойко В.Б. Процес утворення пульпи в координатному гідропневматичному висівному апараті / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – «Механізація сільськогосподарського виробництва». – Х., 2014. – Вип. 148 - С. 48-55.

5. Нечаєв В.П. Теорія планування експерименту: Навч. посібник / В.П. Нечаєв, Т.М. Берідзе, В.В. Кононенко – К.: Кондор, 2005. – 232 с.
6. Пилипчук М.І. Основи наукових досліджень: Підручник / М.І. Пилипчук, А.С. Григор'єв, В.В. Шостак. – К.: Знання, 2007. – 270 с.

#### **Аннотация**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ВЫСЕВА СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР КООРДИНАТНЫМ ГИДРО-ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ**

Бойко В. Б.

*Разработана методика и проведены лабораторные исследования процесса высева семян овощных культур координатным гидро-пневматическим высевающим аппаратом. Используя полученные значения результатов исследований построена математическая модель точности высева. Получены графические зависимости точности высева семян в заданные координаты от конструктивно-технологических параметров высевающего аппарата.*

#### **Abstract**

### **A STUDY OF PRECISION PLANTING OF VEGETABLE SEEDS COORDINATE HYDRO-PNEUMATIC SOWING MACHINE**

V. Boyko

*Developed methodology and conducted laboratory studies of the process of sowing vegetable seeds jig hydro-pneumatic sowing machine. Using the obtained values of the research results, a mathematical model accuracy. The graphic dependences of precision seeding to the specified coordinates from the constructive-technological parameters of the sowing unit.*

**УДК 631.348**

### **СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПИЛЮЮЧИХ ПРИСТРОЇВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ АГРОХІМІКАТІВ**

**Кобець О. М., к.т.н., доц., Пугач А. М., д-р наук з держ. упр., проф.,  
Кузьменко О. Ф., асист.**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

*В роботі пропонується конструкція лабораторного стенду для випробувань розпилювачів, в основу якого закладено принцип «рухомого поля». Конструкція та принцип роботи стенду дозволяють проводити не тільки гідравлічні дослідження розпилюючих пристроїв, а і технологічні, завдяки наявності рухомої площини, яка імітує відносний рух технічного засобу при виконанні процесу внесення робочої рідини.*