

УДК: 633.63:631.35

ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТОЧНІСТЬ СІВБИ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

М. П. ВОЛОХА, кандидат технічних наук,

Національний авіаційний університет

E-mail: volmp@i.ua

Анотація. В статті наведено результати досліджень впливу основних технологічних (норма висіву насіння, середній інтервал між насінинами) і експлуатаційного (швидкість руху посівного агрегата) на критерій оптимізації - коефіцієнт варіації розміщення насіння. Побудовані графіки та двомірні перетини поверхонь відгуку за програмою Mathcad 14.

Ключові слова: насіння, норма висіву, інтервал, коефіцієнт варіації, робоча швидкість сівалки, поверхня відгуку, двомірний перетин

Одним із головних чинників підвищення врожайності та цукристості буряків цукрових є рівномірність розміщення сходів рослин, а на етапі сівби – точність висіву насіння по довжині рядка (В.С. Басін, 1973, О. А. Маковецький, 1978, М. П. Шаповал, 1985; П.В. Савич, 1986, В. І. Паламарчук, 1987; Л. С. Зенін, 2007, В. М. Сінченко, 2011 та ін.). Зокрема, за даними досліджень модельних посівів В. М. Сінченка за середнього інтервалу 20-25 см і зниження коефіцієнта варіації інтервалів між рослинами з 50 % до 25 % підвищується врожайність коренеплодів перед збиранням на 4,7-5,3 т/га [1].

Пошуковими дослідженнями та теоретичними дослідженнями встановлено, що основний вплив на параметр оптимізації (коефіцієнт варіації розміщення насіння V_n) здійснюють наступні фактори: експлуатаційний – швидкість руху посівного агрегата (Y , м/с); технологічні – норма висіву насіння (N , шт/м) і середній інтервал між насінинами (S , см) [2].

Мета досліджень – визначити вплив основних експлуатаційно-технологічних факторів на значення коефіцієнта варіації розміщення насіння при сівбі буряків цукрових.

Матеріали і методи досліджень. Планування експерименту і математична обробка даних проводились за відомими методиками [3, 4].

Результати дослідження та їх обговорення. Для дослідження рівномірності інтервалів між висіяними насінинами визначали рівні варіювання факторів, представлені в таблиці 1, і проводили їх кодування.

1. Інтервали та рівні варіювання факторів

Показники	Кодове позначення	Фактори та їх позначення		
		Робоча швидкість сівалки Y , м/с	Норма висіву насіння N , шт/м	Середній інтервал між рослинами S , см
Умове позначення	x_i	x_1	x_2	x_3
Верхній рівень	+1	2,0	9,0	11,0
Основний рівень	0	1,5	7,0	15,5
Нижній рівень	-1	1,0	5,0	20,0
Інтервал варіювання	ε_i	0,5	2,0	-4,5

Проводився експеримент типу 2^3 , де кількість факторів $k = 3$, число рівнів $p = 2$, кількість дослідів $N = 8$, кількість повторних дослідів $n = 3$.

№ досліду	Матриця			Натуральні значення змінних			Коефіцієнт варіації V , %
	x_1	x_2	x_3	Y	N	S	
1	-1	-1	-1	1,0	5,0	20,0	21,8
2	-1	1	-1	1,0	9,0	20,0	19,1
3	1	-1	-1	2,0	5,0	20,0	16,6
4	1	1	-1	2,0	9,0	20,0	14,9
5	-1	-1	1	1,0	5,0	11,0	18,7
6	-1	1	1	1,0	9,0	11,0	20,1
7	1	-1	1	2,0	5,0	11,0	18,9
8	1	1	1	2,0	9,0	11,0	21,6
Σ	0	0	0	1,5	7,0	15,5	17,2

В результаті розрахунків коефіцієнтів регресії отримано математичну модель другого порядку:

$$y = 0,0164 + 0,283x_1 - 0,324x_2 - 0,0876x_3 - 0,1946x_1x_2 - 0,4125x_1x_3 + 0,1648x_2x_3 + 0,3061x_1^2 - 0,0845x_2^2 + 0,0624x_3^2 \quad (1)$$

Для використання отриманої моделі в якості розрахункової формули проводили її розкодування відповідно до співвідношення (1):

$$\hat{y} = 0,0055 + 0,566Y - 0,162N + 0,0195S - 0,1946YN + 0,1833YS - 0,0183NS + 1,2244Y^2 - 0,0211N^2 + 0,003S^2 \quad (2)$$

Аналіз отриманого рівняння регресії (1) проводили методом двомірних перетинів.

Для побудови двомірного перетину поверхні відгуку, що характеризує показник коефіцієнта варіації в залежності від норми висіву насіння (x_2) та середнього інтервалу між рослинами (x_3), у рівняння (1) підставляли значення $x_1 = 0$. В результаті отримали рівняння в канонічній формі:

$$\hat{y} = 0,055 - 0,162x_2 + 0,0195x_3 - 0,0183x_2x_3 + 0,0211x_2^2 + 0,0013x_3^2$$

$$\begin{cases} \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_2} = -0,162 - 0,0183x_3 + 0,0422x_2 = 0 \\ \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_3} = 0,0195 - 0,0183x_2 + 0,0026x_3 = 0 \end{cases} ;$$

$$x_2 = 3,4554,$$

$$x_3 = 16,8206.$$

$$Y_s = 0,055 - 0,5598 + 0,328 - 1,0636 + 0,2519 + 0,3678 = -0,6207.$$

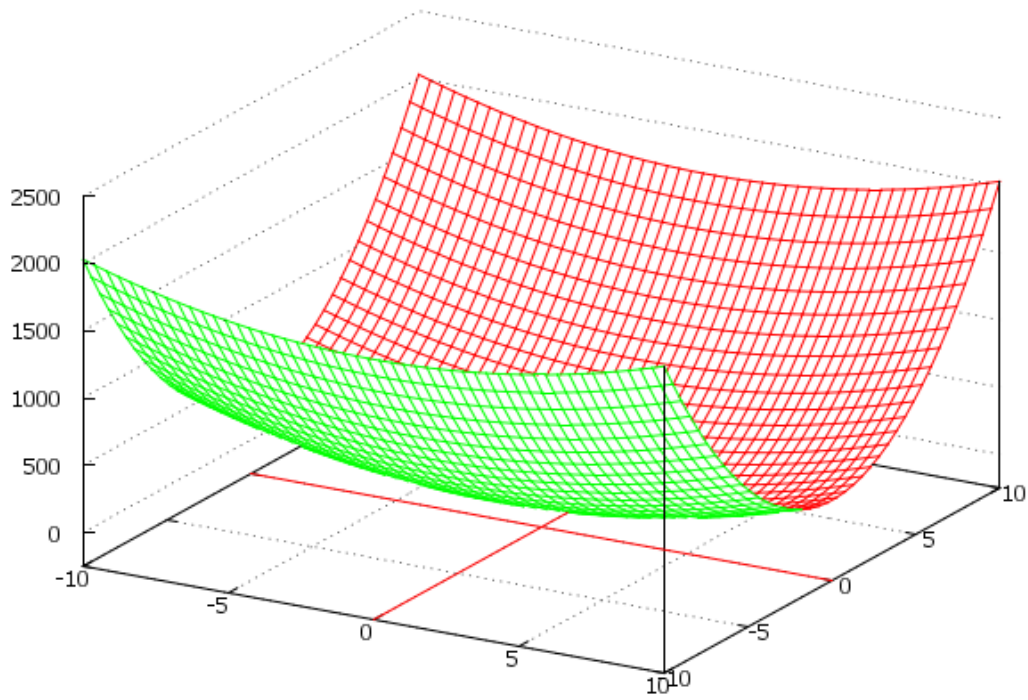
$$Y + 0,6207 = 3,4554 X_2^2 + 16,8206 X_3^2 \quad (3)$$

Кут повороту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку для даного випадку:

$$\operatorname{ctg} 2\alpha = \frac{0,0211 - 0,0013}{-0,0183} = -1,0819;$$

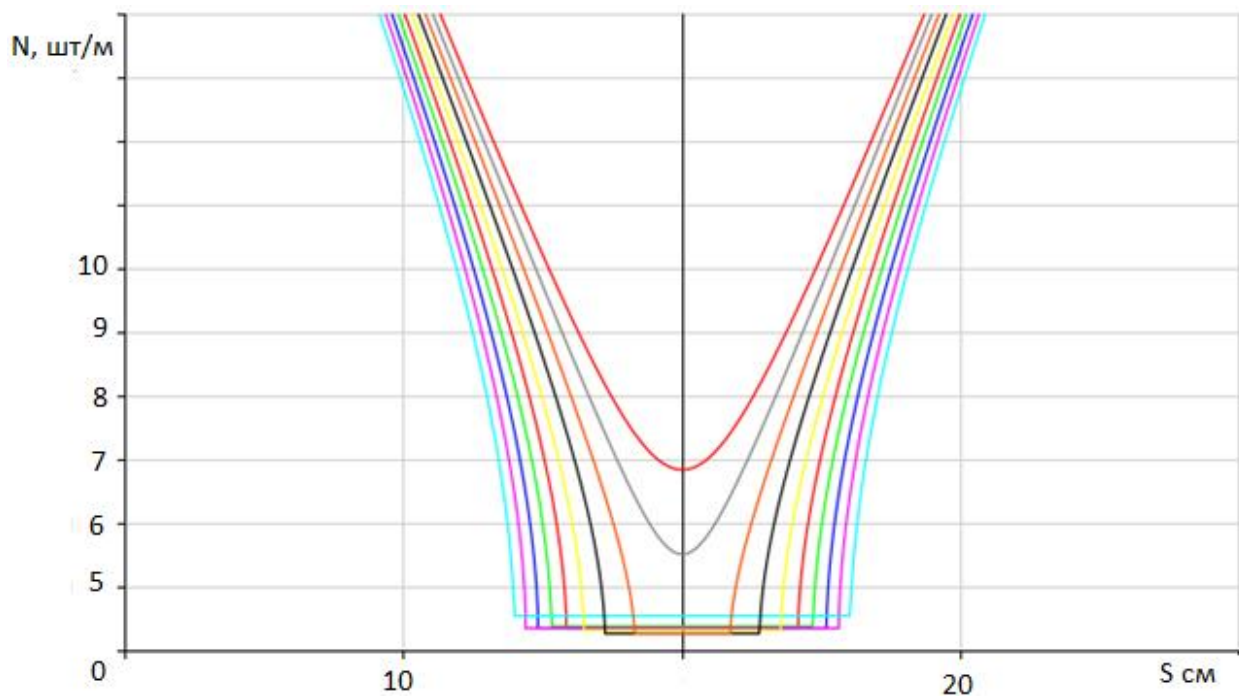
$$\alpha = 68^\circ.$$

Поверхню відгуку будували за допомогою прикладної програми Mathcad 14 на основі рівняння (3).



$$3.4554 * x^2 + 16.8206 * y^2 + 0.6207$$

a



б

Рис. 1. Графік (*a*) та двомірний перетин (*б*) поверхні відгуку, що характеризує показник коефіцієнта варіації за $x_1 = 0$

Даний двомірний перетин (рис. 1, *б*) показує спільний вплив взаємодії факторів (x^2 та x^3) в області екстремуму за показником коефіцієнта варіації в

точці з $\hat{y} = -0,6207^\circ$ за величини факторів відповідно $N = 5,8$ шт/м та $S = 14$ см.
 Область екстремуму знаходиться в межах $N = 5...7$ шт/м і $S = 11...15$ см.

Для побудови двомірного перетину поверхні відгуку, що характеризує показник коефіцієнта варіації в залежності від робочої швидкості сівалки (x_1) та середнього інтервалу між рослинами (x_3), у рівняння (1) підставляли значення $x_2 = 0$. В результаті отримали рівняння в канонічній формі:

$$\hat{y} = 0,0055 + 0,566x_1 + 0,0195x_3 + 0,1833x_1x_3 + 1,2244x_1^2 + 0,003x_3^2$$

$$\begin{cases} \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} = 0,566 + 0,1833x_3 + 2,4488x_1 = 0 \\ \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_3} = 0,0195 + 0,1833x_1 + 0,006x_3 = 0 \end{cases};$$

$$x_2 = -0,099,$$

$$x_3 = -0,2237.$$

$$Y_s = 0,0055 - 0,056 - 0,0044 + 0,0041 + 0,0012 + 0,0001 = -0,0386.$$

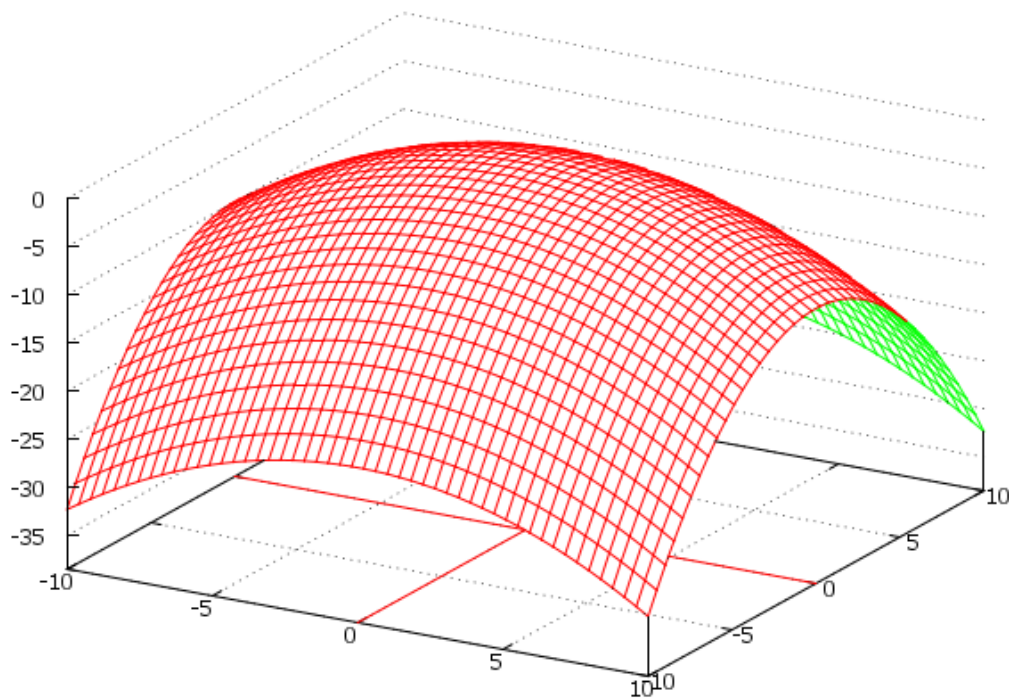
$$Y + 0,0386 = -0,099 X_1^2 - 0,2237 X_3^2. \quad (4)$$

Кут повороту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку для даного випадку:

$$\operatorname{ctg} 2\alpha = \frac{0,3061 - 0,0624}{-0,4125} = -0,5915;$$

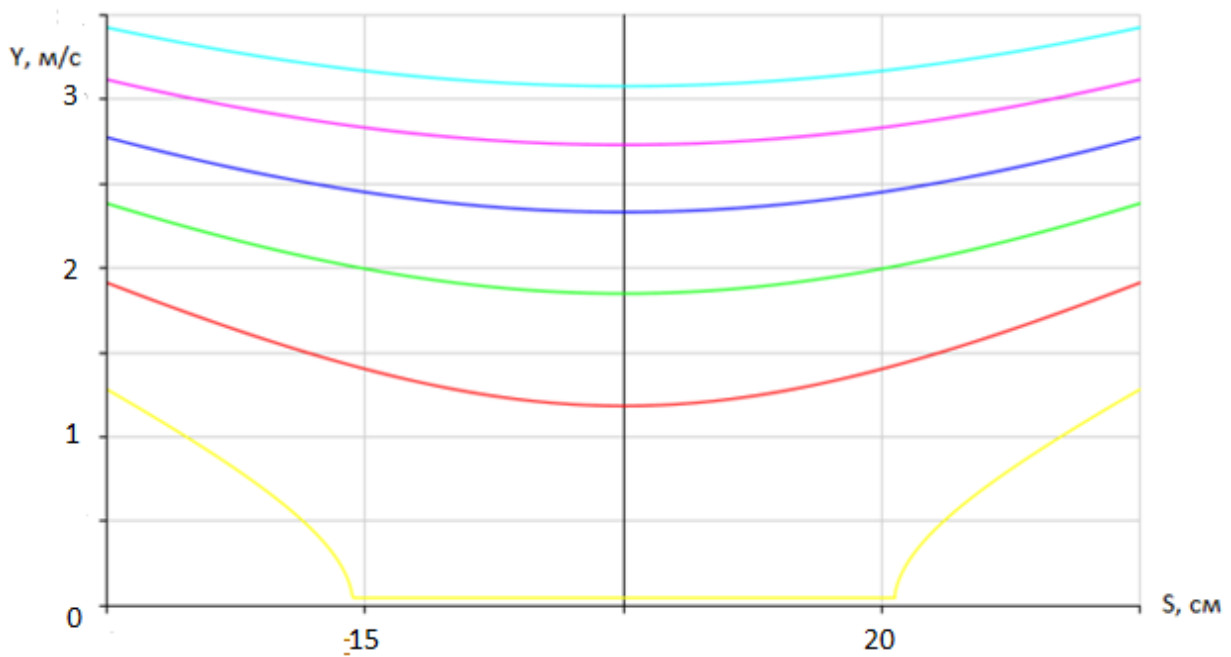
$$\alpha = 60^\circ.$$

Поверхню відгуку отримали на основі рівняння (4).



$$-0.099*x^2-0.2237*y^2-0.0386$$

a



б

Рис. 2. Графік (а) та двомірний перетин (б) поверхні відгуку, що характеризує показник коефіцієнта варіації за $x_2 = 0$

Аналізу даного двомірного перетину (рис. 2, б) показує спільний вплив взаємодії факторів (x_1 та x_3) в області екстремуму за показником коефіцієнта варіації в точці з $\hat{y} = -0,6207^\circ$ за величини факторів відповідно $Y = 1,62$ м/с та

$S = 17,1$ см. Область екстремуму знаходиться в межах $Y = 1,5 \dots 1,65$ м/с і $S = 16 \dots 18$ см.

Для побудови двомірного перетину поверхні відгуку, що характеризує показник коефіцієнта варіації в залежності від робочої швидкості сівалки (x_1) та норми висіву насіння (x_2), у рівняння (1) підставляли значення $x_3 = 0$. В результаті отримали рівняння (5) в канонічній формі:

$$\hat{y} = 0,0055 + 0,566x_1 - 0,162x_2 - 0,1946x_1x_2 + 1,2244x_1^2 + 0,0211x_2^2$$

$$\begin{cases} \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} = 0,566 - 0,1946x_2 + 2,4488x_1 = 0 \\ \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_2} = -0,162 - 0,1946x_1 + 0,0422x_2 = 0 \end{cases};$$

$$x_1 = 0,1167,$$

$$x_2 = 4,3769.$$

$$Y_s = 0,055 + 0,066 - 0,709 - 0,0994 + 0,0167 + 0,4042 = -0,2665.$$

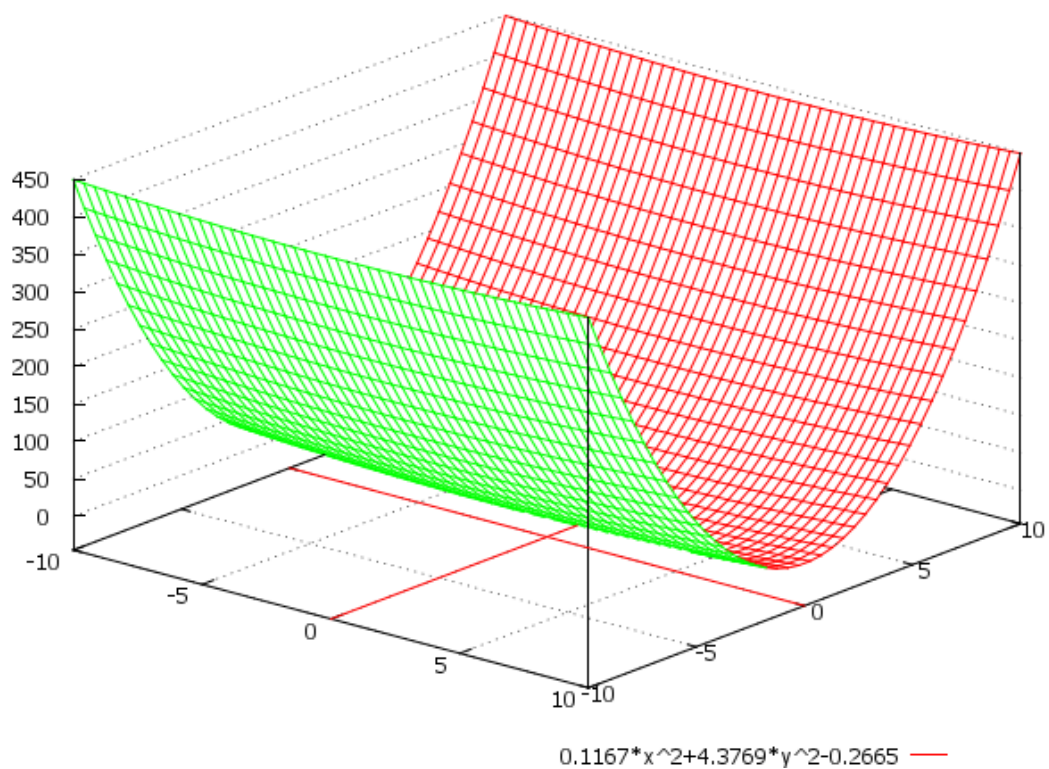
$$Y + 0,2665 = 0,1167 X_1^2 + 4,3769 X_2^2. \quad (5)$$

Кут повороту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку для даного випадку:

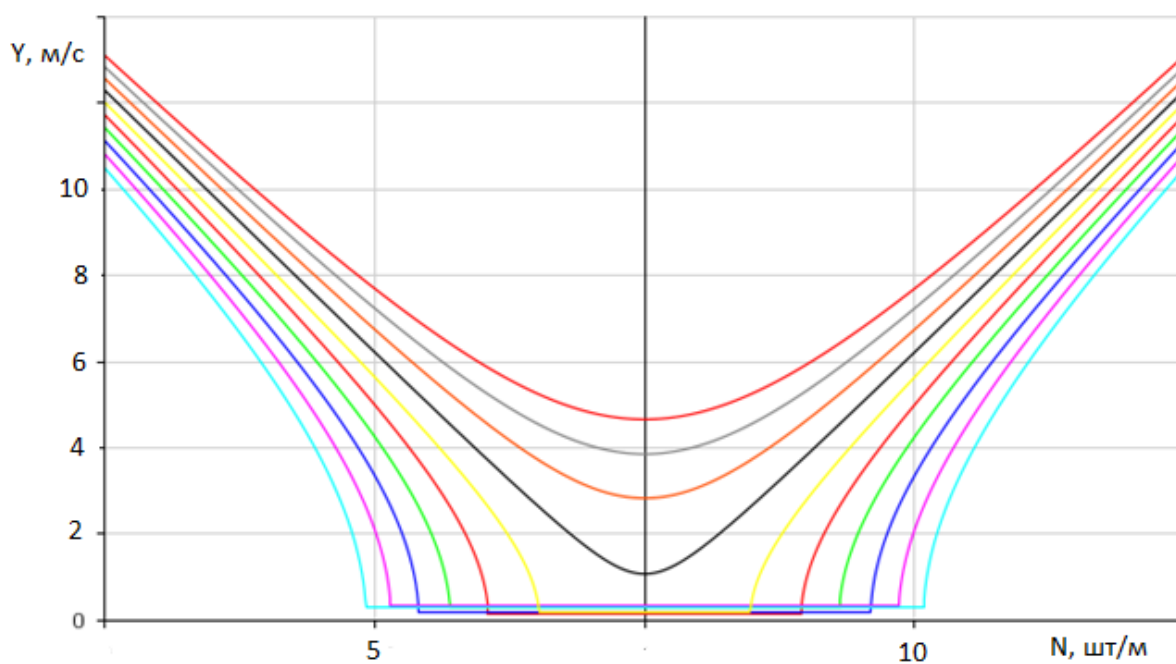
$$\operatorname{ctg} 2\alpha = \frac{1,2244 - 0,0211}{-0,1946} = 6,1835;$$

$$\alpha = 4,5^\circ.$$

Поверхню відгуку будували за допомогою прикладної програми Mathcad 14 на основі рівняння (5).



a



б

Рис. 3. Графік (а) та двомірний перетин (б) поверхні відгуку, що характеризує показник коефіцієнта варіації за $x_3 = 0$

Висновки. Спільний вплив взаємодії основних факторів (x_1 – робоча швидкість сівалки Y , x_2 – норма висіву насіння N) в області екстремуму за показником коефіцієнта варіації розміщення насіння $V_n, \%$ в точці з $\hat{y} = -0,2565^\circ$ за величини факторів відповідно $Y = 1,35$ м/с та $N = 7,4$ шт/м. Область екстремуму знаходиться в межах $Y = 1,2 \dots 1,4$ м/с і $N = 7 \dots 8$ шт/м.

Список літератури

1. Сінченко В. М. Управління продукційним процесом вирощування цукрових буряків: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / В. М. Сінченко. – К., 2011. – 46 с.
2. Волоха М. П. Швидкість руху сівалки, норма висіву і точність розміщення насіння / М. П. Волоха, П. О. Войтюк // Цукрові буряки. – 1999. – № 3. – С. 12-13.
3. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рощин. – Ленинград: Колос, 1972. – 200 с.
4. Новик Ф. С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов / Ф. С. Новик, Я. Б. Арсов. – М.: Машиностроение. София: Техника, 1980. – 304 с.

References

1. Sinchenko V. M. (2011). Upravlinnia produktsiinym protsesom vyroshchuvannia tsukrovykh buriakiv [Manage the production process sugar beet]. Kyiv, 46. (in Ukraine).
2. Volokha M. P., Voytyuk P. O. (1999). Shvydkist rukhu sivalky, norma vysivu i tochnist rozmishchennia nasinnia [The velocity of the planter, seeding rate and accuracy of seed placement]. Sugar beet, 3, 12-13. (in Ukraine).
3. Melnikov S. V., Aleshkin V. R., Roshchin P. M. (1972). Planirovanie eksperimenta v issledovaniyakh selskokhozyaystvennykh protsessov [Experimental Design in studies of agricultural processes]. Leningrad: Kolos, 200. (in Russia).
4. Novik F. S., Arsov Ya. B. (1980). Optimizatsiya protsessov tekhnologii metallov metodami planirovaniya eksperimentov [Process optimization technology of metals methods of design of experiments]. Moscow: Engineering, Sofia: Technology, 304.

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ТОЧНОСТЬ СЕВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

М. П. Волоха

Аннотация. В статье приведены результаты исследований влияния основных технологических (норма высева семян, средний интервал между семенами) и эксплуатационного (скорость движения посевного агрегата) на критерий оптимизации – коэффициент вариации размещения семян. Графики и двумерные сечения поверхностей отклика построены в программе Mathcad 14.

Ключевые слова: семена, норма высева, интервал, коэффициент вариации, рабочая скорость сеялки, поверхность отклика, двумерное сечение

THE INFLUENCE OF OPERATIONAL AND TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE ACCURACY OF SUGAR BEET SOWING

M. P. Volokha

Annotation. The given article represents the results of research of the influence of basic technological (seeding rate, the average spacing between seeds) and operational (speed of sowing unit) factors on the optimization criterion - the coefficient of variation of seed placement. The graphs and two-dimensional yield surface sections are built with the help of Mathcad 14 software.

Key words: seed, seeding rate, interval, coefficient of variation, operating speed of sower, yield surface, two-dimensional section