

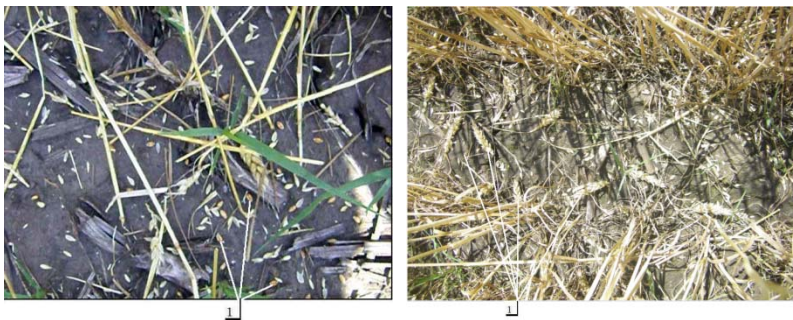
## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ ПШЕНИЦІ НА КОРЕНІ МАКЕТОМ ОБЧІСУВАЛЬНОЇ ЖАТКИ

**В. Давидюк**, канд. техн. наук,  
*УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

*Встановлено основні кінематичні та конструкційні параметри обчисувального пристрою. Визначено його економічну ефективність на збиранні зернової частини пшениці.*

**Ключові слова:** експериментальні дослідження, обчисування, результати.

**Актуальність проблеми.** За оглядом конструкцій робочих елементів, попередніми теоретичними та експериментальними дослідженнями встановлено, що багатоманітність конструкцій робочих елементів жнивarki та нестабільне обчисування зернової частини рослин обумовлене не лише недосконалістю способу, але й спричинене відсутністю широких теоретико-експериментальних досліджень взаємодії робочих елементів обчисувального пристрою із зерновою частиною рослин, за результатами яких могли б бути визначені оптимальні механіко-технологічні принципи та визначені кінематичні, потужнісні та конструкційні параметри [1, 5, 6, 12–16].



*а – втрати зерна; б – втрати колосків: 1 – вільне зерно та обірвані колоски*

**Рисунок 1 – Втрати зернової та колосової частини пшениці**

**Аналіз останніх досліджень.** Результати досліджень обчисування пшениці сорту "Богдана", густина стебел якої становила більше  $800 \text{ шт} \cdot \text{м}^{-2}$ ,

жниваркою ЖОН–8 у фермерському господарстві Миронівського району, Київської обл. свідчать, що тангенціальний характер зовнішньої дії робочих елементів на стебла пшениці за рухом комбайна поперек рядків з шириною висіву 15 см зумовлює високі втрати не лише вільним зерном 1 (рис. 1, а), але й колосової частини (рис. 1, б). Це обумовлено, насамперед, наявністю між рядами стебел порожнин, які не сприяють утворенню екранного ефекту, що перешкоджає би проникненню між стеблами рослин зерен та відірваних колосків за обертальної дії ротора жнивarki. Крім того, результати досліджень обчисування стебел пшениці жниваркою ЖОН–8 уздовж рядків свідчать про зменшення втрат зернової частини, що зумовлено наявністю екранного ефекту, утвореного зігнутими до поверхні поля стеблами. З'ясовано, що висока лінійна швидкість робочих елементів ( $19,4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ) спричиняє не обчисування, а відривання (рис. 2, б) колосової частини рослин за способом удару. Отже, термін "обчисування" не характеризує збиральну операцію жниваркою ЖОН-8.



*а – утворення екранного ефекту: 1 – необчесані стебла пшениці, 2 – стебла, які утворюють екранний ефект, 3 – стебла з обірваними колосками, 4 – передня частина жатки; б – характер відокремлення колосової частини: 1 – стебла з відірваною колосовою частиною*

**Рисунок 2 – Обчисування стебел пшениці жниваркою ЖОН–8**

**Виклад основного матеріалу дослідження.** За результатами проведених досліджень можна констатувати, що більш якісні показники збирання зернових культур можуть бути досягнуті за способом збирання рослин на корені обчесувальним пристроєм, в якому буде враховано, що загальний технологічний процес збирання зернових це синтез окремих операцій:

– впровадження робочих елементів між стеблами рослин;

- динамічне затискування їх крайками робочих елементів;
- нахилення стебел рослин робочими елементами в сторону, протилежну руху збирального пристрою;
- видалення зернової частини рослин із суцвіть;
- переміщення обчесаного вороху в сторону, протилежну руху збирального пристрою;
- сепарації вільного зерна;
- дообмолоту колосків та видалених з ґрунту стебел;
- сепарація обмолоченого зерна.

Під час виготовлення обчисувального пристрою враховувались механіко-технологічні властивості стебел рослин: наявність рослин на ділянці, розміщення центра інерції колоска, розмірні параметри стебел та суцвітьтя, середнє зусилля висмикування з ґрунту тощо. Результати досліджень [2] засвідчують, що в залежності від технології висіву густота стеблостою зернових в середньому становить 300-600 стебел на  $1 \text{ м}^2$ , довжина стебел – 756-1081 мм і більше. Відношення маси зерна до маси соломи для колосових культур змінюється від 1: 0,8 до 1: 2,5, маса колоска озимої пшениці становить 1-1.3 г. Твердість ґрунту під зерновими у період їх скошування – 1-1,2 МПа . Діаметр стебла колосових культур на висоті 50 мм від поверхні поля становить 2 -4 мм, довжина колоска – 50-95 мм . Урожайність ярої пшениці – 8-30, озимої пшениці та ячменю – 20-90 і більше, жита – 15-25 ц/га.

Міцність стебел пшениці змінюється від 11,2 до 40,7 МПа, жита – від 26,4 до 37,5 МПа, при цьому міцність стебел залежить як від площі їхнього поперечного перерізу, так і від структури стебла. Середнє зусилля висмикування коріння стебел колосових культур з ґрунту коливаються в межах 36,4-75,3 Н, при цьому зусилля відокремлення зернової частини колосових культур менші від зусиль на висмикування коріння стебел з ґрунту і знаходяться в межах 18-41 Н [1].

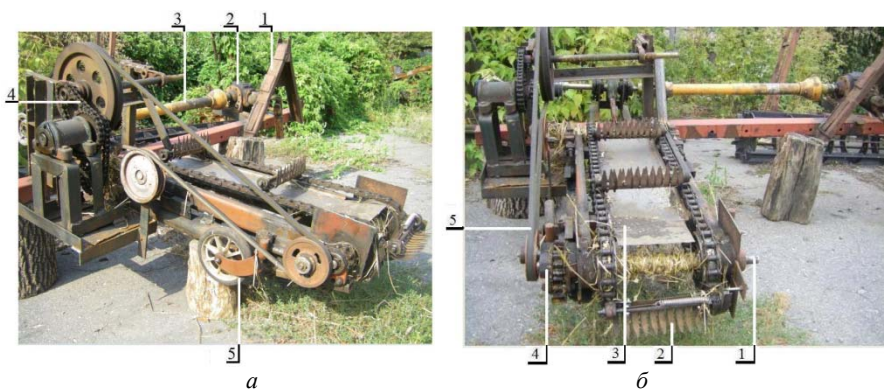
З врахуванням вищенаведеного програму експериментальних досліджень сформували за такими пунктами:

1. Збирання зернової частини пшениці провести за способом її обчисування, для цього:

- виготовити дослідний зразок обчисувального пристрою;
- скласти план експериментальних досліджень;
- провести експериментальні дослідження обчисування зернової частини пшениці;
- виконати математичну обробку даних експериментальних досліджень, провести їх аналіз, визначити основні режими і параметри робочих елементів збирального пристрою, що найбільше впливають на втрати зерна.

2. Визначити прогнозну величину втрат зерна при заданих режимах обчисувального пристрою.

Дослідження збирання зернової частини пшениці здійснювали дослідним зразком обчисувального пристрою, зображеним на рис. 3, у ВТБ „Дослідницьке” Васильківського району Київської області. Для агрегування дослідного зразка використали трактор МТЗ-80. Обертання тягових елементів конвеєра здійснювали від вала відбору потужності через конічний редуктор 2 (рис. 3, а) за посередництвом карданної передачі 3, клинопасової та ланцюгової передач 4. Копіювання поверхні поля пристроєм здійснювалось опорними колесами 5, закріпленими до нижньої частини рами. Транспортне положення збирального пристрою забезпечували гідроциліндром трактора за посередництвом навісного засобу 1.



*а – вигляд збоку: 1 – навісний засіб; 2 – конічний редуктор; 3, 4 – карданна та ланцюгова передачі; 5 – опорне колесо; б вигляд спуруду: 1 – вісь відбійника стebel; 2 – робочі елементи; 3 – жолоб для обчесаної маси; 4 – циліндричний редуктор; 5 – клинова пасова передача приводу відбійника*

**Рисунок 3 – Макетний зразок обчисувального пристрою**

Обчисування рослин здійснювали таким чином. Перед початком роботи навісним засобом 1 (рис. 3, а) збиральний пристрій устанавлювали опорними колесами на поверхню поля. За рухом трактора збиральний пристрій переміщувався на опорних колесах 5 по поверхні поля. Одночасно за переміщенням на зірочках тягових елементів конвеєра у бік, протилежний напрямку руху збирального пристрою робочі елементи 2 (рис. 3, б), впроваджуючись у стеб-ла рослин, заповнюють зазори, утворені крайками робочих елементів 2. Під час виходу торців осей первинних робочих елементів з під верхньої крайки фігурної пластини за зовнішньою дією пружин вони затискують стебла рослин між вторинними робочими

елементами. Переміщуючись за напрямком руху тягових елементів, робочі елементи 2 нахилилися затиснуті стебла рослин донизу в сторону, протилежну руху збирального агрегату. За сумісною дією у протилежних напрямках поступального руху робочих елементів, агрегату та обертального руху пластин відбійника затиснуті стебла, висмикуючись із зазорів, звільняються від зернової частини, яка опадає на поверхню жолоба конвеєра. Обчесана маса за рухом робочих елементів переміщується по поверхні жолоба у припасовану з тильної сторони ємність. Під час руху тягових елементів торці первинних робочих елементів, взаємодіючи з нижньою крайкою фігурної пластини, переміщуються поперек конвеєра, при цьому зазори між робочими елементами відкриваються для заповнення їх наступними стеблами рослин.

За об'єкт експериментальних досліджень прийняли відсоток втрат зерна ( $Y$ ) під час обчисування пшениці на корені, враховуючи такі режими і параметри:

- швидкість ( $V_a$ ) руху збирального агрегату;
- швидкість ( $V_{pe}$ ) руху робочих елементів;
- кут ( $\alpha$ ) нахилення робочих елементів відносно поверхні конвеєра у протилежну сторону руху збирального пристрою;
- відстань ( $L$ ) між парами робочих елементів, закріплених на поверхні конвеєра.

Межі змін вибраних параметрів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Значення та інтервали зміни параметрів

Умове позначення параметрів	Значення режимів та параметрів					Інтервали
	-2	-1	0	+1	+2	
$V_a, м \cdot с^{-1}$ ,	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	0,5
$V_{pe}, м \cdot с^{-1}$	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5
$\alpha, рад$	0,25	0,52	0,70	0,87	1,05	0,17
$L, мм$	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,30

Експериментальні дослідження проводили за центральним композиційним планом [3]. Під час проведення експериментальних досліджень швидкість руху збирального агрегату змінювали перемиканням передач трактора, а її чисельне значення визначали за методами ГОСТ 70. 8.1 "Испытания сельскохозяйственной техники. Машины зерноуборочные. Программа и методы испытаний". Частоту обертання приводного вала

збирального пристрою змінювали встановленням змінних зірочок та шківів, а її визначення здійснювали тахометром з похибкою, яка не перевищувала  $\pm 2\%$ . Відстань між парами робочих елементів змінювали за способом кріплення на поверхні конвеєра, а кут нахилу робочих елементів відносно поверхні конвеєра – установленням відповідної конфігурації робочих елементів. Схему експериментальних досліджень прийняли відповідно до матриці планування для чотирьох факторів на п'яти рівнях (табл. 2).

Таблиці 2 – Схеми проведення експериментальних досліджень

№ пп	$V_a$	$V_{pe}$	$\alpha$	$L$	$Y$	№ пп	$V_a$	$V_{pe}$	$\alpha$	$L$	$Y$
1	1,5	2,5	0,52	0,14	0	15	1,5	2,5	0,87	0,20	0
2	2,5	2,5	0,87	0,14	0,2	16	2,5	2,5	0,87	0,20	1
3	1,5	1,5	0,52	0,14	0	17	1,0	2,0	0,70	0,17	0
4	2,5	1,5	0,52	0,14	1	17	3,0	2,0	0,70	0,17	1,5
5	1,5	2,5	0,52	0,20	0	19	2,0	3,0	0,70	0,17	0
6	2,5	2,5	0,52	0,20	0,8	20	2,0	1,0	0,70	0,17	0,4
7	1,5	1,5	0,52	0,20	0	21	2,0	2,0	0,70	0,11	0,4
8	2,5	1,5	0,52	0,20	1,1	22	2,0	2,0	0,70	0,23	0,4
9	1,5	2,5	0,87	0,14	0	23	2,0	2,0	0,35	0,20	0,2
10	2,5	2,5	0,87	0,14	0,9	24	2,0	2,0	1,05	0,20	0,3
11	1,5	1,5	0,87	0,14	0	25	2,0	2,0	0,70	0,20	0,3
12	2,5	1,5	0,87	0,14	1	26	2,0	2,0	0,70	0,20	0,2
13	1,5	2,5	0,87	0,20	0	27	2,0	2,0	0,70	0,20	0,3
14	2,5	2,5	0,87	0,20	0,3	28	2,0	2,0	0,70	0,20	0,2

Результати статичного аналізу (табл. 3), проведеного з використанням комп'ютера Acer notebooks Extensa 5620Z та системи "STATISTICA 10" [3,] свідчать, що частинні коефіцієнти регресії при змінних ( $V_a$ ) та ( $V_{pe}$ ) відповідно становлять (0.85; -0.20), а їх прогнозний вплив на втрати зерна, при рівнях значущості ( $p = 0,00$ ) та ( $p = 0,05$ ), суттєвий. При цьому, частинні коефіцієнти кореляції змінних ( $V_a, V_{pe}$ ) при значеннях (0,87; -0.39) показують, що щільність зв'язку кожного параметра із втратами зерна, при рівнях значущості ( $p = 0,00$ ;  $0,05$ ), висока (табл. 3).

Частинні коефіцієнти регресії при змінних ( $L$ ) та ( $\alpha$ ), значення яких становлять (-0,03; 0,06), свідчать, що їх вплив на втрати зерна, при рівнях значущості ( $p = 0,77$ ) та ( $p = 0,58$ ) має високий порядок меншості (табл. 4).

Значення же частинних коефіцієнтів кореляції (-0.06; 0,1) змінних ( $L$ ) та ( $\alpha$ ), при рівні значущості (0,77; 0,58), свідчить про незначну ступінь впливу кожного з них на втрати зерна (табл. 4).

Крім того, величини коефіцієнтів напівчастинної кореляції (0,85; -0,20) мало відрізняються від коефіцієнтів кореляції (0,87; -0.39) (табл. 3). Це засвідчує, що втрати зерна, окрім як впливом змінних ( $V_a; V_{pe}$ ), не пояснюються сторонніми чинниками. Але зменшене значення коефіцієнта напівчастинної кореляції змінної ( $V_{pe}$ ) показує на деяку залежність її від інших параметрів збирального пристрою. Нульові значення відношень дисперсій та частинних коефіцієнтів детермінації свідчать про функціональну залежність змінних ( $V_a; V_{pe}$ ) з втратами зерна і на відсутність зміни залишків (табл. 3). Оскільки критерії значущості в множинній регресії передбачають випадкову вибірку незалежних змінних, то в протилежному випадку оцінювання коефіцієнтів рівняння регресії може бути не таким стійким, як це гарантують їх рівні.

Таблиця 3 – Змінні, які увійшли у лінійну модель

Змінні	Результати аналізу змінних лінійної модель:						
	b*	Част. корел.	На пів част кор.	Толер.	Детерм.	t(25)	p
$V_a$	0,851	0,869	0,851	1,000	0,00	8,805	0,000
$V_{pe}$	-,204	-0,388	-,204	1,000	0,00	-,108	0,045

Тому для визначення наявності чи відсутності залежностей між залишками змінних використаємо статистику Дарбіна–Ватсона [3]. Невисокі значення статистики Дарбіна–Ватсона, значення якої становить ( $d=1,533$ ), при серіальній кореляції залишків змінних (0,22) засвідчують про деяку залежність між досліджуваними змінними. При цьому значення коефіцієнтів регресії при змінних ( $L$ ) та ( $\alpha$ ) недостатньо сталі, що свідчить про невисоку адекватність моделі множинної регресії процесу обчисування (табл. 4).

Таблиця 4 – Змінні, які не увійшли у лінійну модель

Змінні	Результати аналізу змінних лінійної модель						
	b*	Част. корел.	На пів част кор.	Толер.	Мінімум толер.	t(25)	p
$\alpha$	-,030	-0,059	-,029	0,935	0,935	-,291	0,774
$L$	0,058	0,114	0,055	0,923	0,934	0,565	0,577

Високі значення коефіцієнтів множинної кореляції ( $R = 0,875$ ) та детермінації ( $R^2 = 0,766$ ) (табл. 5) є наслідком високої щільності зв'язку між втратами зерна ( $Y$ ) та швидкостями руху збирального пристрою ( $V_a$ ) і робочих елементів ( $V_{pe}$ ). Крім того, при ступенях вільності ( $t = 25$ ) та рівні значущості ( $p \leq 0$ ) значення критерію Фішера становить 41 одиницю, що в загальному підтверджує високу їх залежність. При цьому лінійна модель множинної регресії із статично значимим вільним членом ( $b = -0,79$ ) адекватно описує їх взаємозв'язок (табл. 5). Після ранжування змінних за ступенем впливу на втрати зерна модель множинної лінійної регресії набуває вигляду:

$$Y = -0,79 + 0,85V_a - 0,20V_{pe} - 0,03\alpha + 0,06L, \quad (1)$$

де  $V_a$  – швидкість руху збирального агрегату,  $m \cdot c^{-1}$ ;

$V_{pe}$  – швидкість руху робочих елементів,  $m \cdot c^{-1}$ ;

$L$  – відстань між парами робочих елементів,  $m$ ;

$\alpha$  – кут нахилу робочих елементів відносно поверхні конвеєра,  $rad$ .

Таблиця 5 – Результати статичного аналізу експериментальних даних

Досліди: N=28	Сумарна регресія залежної змінної Y: R=0,875; $R^2=0,766$ ; Скорегований $R^2=0,747$ ; F(2,25)=40,983; $p \leq 0,000$ ; Станд. помилка оцін.: 0,215					
	b*	Ст. помил. b*	b	Ст. помил. b	t(25)	p
Оцінка			0,786	0,258	-3,043	0,005
$V_a$	0,851	0,097	0,775	0,088	8,805	0,000
$V_{pe}$	-0,204	0,097	-0,188	0,089	-2,108	0,045

Оскільки останні дві компоненти мають високий порядок меншості впливу на відсоток втрат зерна, то вони можуть бути видалені з моделі (1).



Таблиця 6 – Прогнозна втрата відсотку зерна при обчисуванні на корені

Змінні	Прогнозне значення змінної: Y		
	Вага b	Змінні	Вага змін. b.
$V_a$	0,775	2,000	1,550
$V_{pe}$	-0,188	2,500	-0,469
Оцінка			-0,786
Прогноз			0,294
-95,0 % CL			0,179
+95,0 % CL			0,410

Використавши модель множинної лінійної регресії прогнозне значення відсотку втрат зерна, яке за наявності швидкості руху збирального агрегату ( $V_a = 2,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ) та робочих елементів ( $V_{pe} = 2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ), з 95%-вим довірливим інтервалом (0,18-0,41 %), становить 0,29% (табл. 6). Крім того, результати аналізу графічної залежності (рис. 4) свідчать, що очікуване розподілення залишків близьке, але дещо не співвідноситься з нормальним законом, що підтверджує невисоку адекватність лінійної моделі множинної регресії.

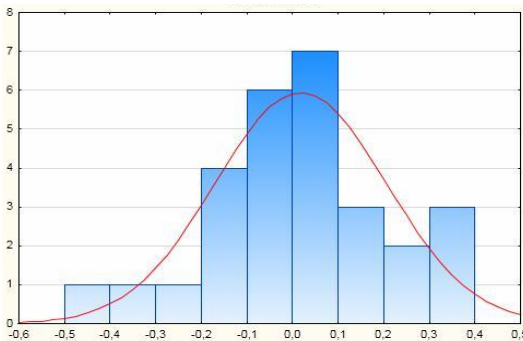


Рисунок 4 – Характер очікуваного розподілення залишків

У зв'язку з цим проведемо дослідження взаємозв'язків, притаманних обчисуванню зерна пшениці на корені, з використанням нелінійної моделі регресії. Аналіз експериментальних даних досліджень (табл. 2) засвідчує, що значення частинних коефіцієнтів регресії при змінних ( $V_a; V_a^2; V_{pe}^2$ ) становлять (-1,263; 2,133; -0,214), тому їх прогнозний вплив на втрати зерна, при рівнях значущості ( $p = 0,045; 0,002; 0,012$ ), суттєвий. Величини коефіцієнтів кореляції (-0,387; 0,590; -0,484) показують на значний ступінь зв'язку кожної змінної з відсотком втрат зерна (табл. 7). Крім того, величини коефіцієнтів напівчастинної кореляції (-0,167; 0,282; -0,214) дещо відрізняються від коефіцієнтів частинної кореляції (-0,387; 0,590; -0,484). Це

показує, що втрати зерна, окрім впливу змінних ( $V_a; V_a^2; V_{pe}^2$ ), пояснюються також впливом сторонніх чинників. А високі значення частинних коефіцієнтів детермінації підтверджують їх функціональну залежність з відсотком втрат зерна та наявність кореляції залишків змінних (табл. 7). Величини коефіцієнтів кореляції змінних ( $V_{pe}; \alpha; \alpha^2$ ), значення яких становить (0,365; -0,075; -0,078), при рівні значущості 0,862; 0,761; 0,709, свідчать про незначний ступінь впливу кожної з цих змінних на відсоток втрат зерна. Тому змінні  $V_{pe}, \alpha, \alpha^2$  за методом "Forward stepwise" у модель множинної нелінійної регресії не увійшли (табл. 8).

Таблиця 7 – Змінні, які увійшли до лінійної моделі

Змінні	Результати аналізу змінних нелінійної модель:						
	b*	Част. корел.	На пів част кор.	Толер.	Детерм.	t(23)	p
$V_a$	-0,263	-0,387	-0,167	0,018	0,982	-0,119	0,045
$V_a^2$	2,133	0,590	0,282	0,018	0,982	3,579	0,002
$V_{pe}^2$	-0,214	-0,484	0,214	1,000	0,000	-0,710	0,012

Таблиця 8 – Змінні, які не увійшли до нелінійної моделі

Змінні	Результати аналізу змінних нелінійної моделі						
	b*	Част. корел.	На пів част кор.	Толер.	Мінім. толер.	t(22)	p
$V_{pe}$	0,107	0,365	0,014	0,017	0,017	0,175	0,862
$\alpha$	-0,030	-0,075	-0,029	0,936	0,017	-0,361	0,761
$\alpha^2$	-0,031	-0,078	-0,030	0,938	0,017	-0,376	0,709

Для визначення наявності залежностей між залишками змінних використаємо статистику Дарбіна–Ватсона [3]. Невисокі значення статистики Дарбіна–Ватсона, значення якої становить ( $d=2,108$ ), при кореляції залишків змінних (-0,065) засвідчують про незначну залежність між досліджуваними змінними.

За ранжуванням змінних за ступенем їх впливу на відсоток втрат зерна нелінійна модель множинної регресії набуває вигляду:

$$Y = 0,866 - 1.150V_a + 0,6481V_a^2 - 0,049V_{pe}^2, \quad (2)$$

де  $V_a$  – швидкість руху збирального агрегату,  $m \cdot c^{-1}$ ;

$V_{pe}$  – швидкість руху робочих елементів,  $m \cdot c^{-1}$ ;

Результати статичного аналізу (табл. 9) показують, що високі значення коефіцієнтів множинної кореляції ( $R = 0,98$ ) та детермінації ( $R^2 = 0,96$ ) є наслідком дуже високої щільності зв'язку між відсотком втрат зерна ( $Y$ ) та швидкостями руху збирального пристрою ( $V_a$ ), робочих елементів ( $V_{pe}$ ) і кутом ( $\alpha$ ) нахилу робочих елементів відносно поверхні конвеєра.

Нелінійна модель множинної регресії формалізована змінною  $V_a$  та квадратами змінних ( $V_a^2$ ;  $V_{pe}^2$ ). При ступенях вільності ( $t = 25$ ) та рівні значущості ( $p \leq 0$ ) значення критерію Фішера становить 45,5 одиниць, що у за-гальному підтверджує дуже високу їх залежність. При цьому нелінійна множинна модель регресії (2) із статично значимим вільним членом ( $b = 0,87$ ) адекватно описує їх взаємозв'язок (табл. 9).

Таблиця 9 – Результати статичного аналізу експериментальних даних

Досліді: N=28	Сумарна регресія залежної змінної Y: $R=0,922$ ; $R^2=0,850$ ; Скорег. $R^2=0,832$ ; $F(3,24)=45,46$ ; $p \leq 0,000$ ; Ст. помилка оцінення: 0,176					
	b*	Ст. помил. b*	b	Ст.помил..b	t(25)	p
Оцінка			0,866	0,536	1,615	0,119
$V_a$	-0,263	0,596	-0,150	0,543	-2,119	0,045
$V_a^2$	2,133	0,596	0,481	0,134	3,579	0,002
$V_{pe}^2$	-0,214	0,079	-0,049	0,018	-2,710	0,012

Використавши модель множинної нелінійної регресії (2) знайдемо прогнозне значення відсотку втрат зерна, яке за наявності швидкості руху збирального агрегату ( $V_a = 2,0 m \cdot c^{-1}$ ) та робочих елементів ( $V_{pe} = 2,0 m \cdot c^{-1}$ ) з 95% довірливим інтервалом (0,204 – 0.389%) становить 0,3% (табл. 10).

Таблиця 10 – Прогнозна втрата відсотку зерна при обчисуванні зерна на корені

Змінні	Прогнозоване значення змінної: Y		
	Вага b	Змінні	Вага змінної b
$V_a^2$	0,481	4,000	1,925
$V_{pe}^2$	-0,049	4,000	-0,195
$V_a$	-1,150	2,000	-2,300
Оцінка			0,866
Прогноз			0,296
-95,0 % CL			0,204
+95,0 % CL			0,389

Аналіз графічної залежності (рис. 5) показує, що розподіл залишків співвідноситься з нормальним законом розподілу, що підтверджує високу адекватність моделі множинної нелінійної регресії.

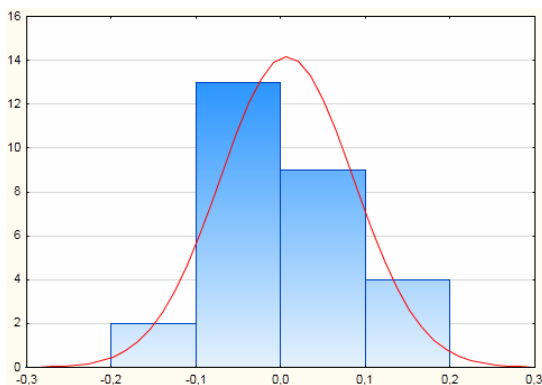


Рисунок 5 – Характер очікуваного розподілення залишків

Розраховано економічну ефективність від використання обчисувального пристрою за методами ДСТУ:2005 "Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробувань". Економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості та якості продукції ( $E_p$ ) у гривнях визначено із співвідношення:

$$E_p = (\Pi_{\delta} - \Pi_n) \cdot B_z + E_a, \quad (3)$$

де  $\Pi_{\delta}$ ,  $\Pi_n$  – сукупні витрати на одиницю напрацювання відповідно по базової та нової машин, грн/га;

$B_s$  – обсяг напрацювання новою машиною в умовах природнокліматичної зони, га;

$E_y$  – економічний ефект, одержаний за рахунок зміни кількості та якості продукції, грн.

Економічний ефект, одержаний за рахунок зміни кількості та якості продукції ( $E_y$ ), визначили за формулою:

$$E_y = C_{yб} - C_{yn}, \quad (4)$$

де  $C_{yб}$ , – вартість продукції у разі застосування відповідно нової та базової машини, грн.

Вартість продукції, одержаної у разі застосування нової і базової машини ( $C_y$ ) у гривнях, визначимо за формулою:

$$C_y = C_j \cdot V_j, \quad (j = 1, 2, 3..n), \quad (5)$$

де  $C_j$  – закупівельна ціна одиниці  $j$  – ої продукції, грн;

$V_j$  – кількість  $j$  – ої продукції, одержаної у разі застосування нової та базової машини, кг.

Таблиця 11 – Вихідні дана для розрахунку

Показник	Варіанти	
	Базовий	Новий
Сукупні витрати, тис. грн/га	83450	83450
Обсяг напрацювання, га	1.0	1.0
Відсоток втрат зерна у разі застосування базової і нової машини, %	4.0	0.5
Кількість втраченої продукції, кг	200	30
Закупівельна ціна одиниці $j$ – ої продукції, грн/т	1800	1800
Вартість втраченої продукції, грн	360	54

Для розрахунку використали дані наукових досліджень відсотку втрат зерна пшениці збиральним пристроєм за способом обчисування рослин на корені (рис. 3). При цьому за базу порівняння прийняли відсоток втрат зерна за способом обчисування пшениці жнивваркою ЖОН–8 (рис. 2, а). Вихідні дані для розрахунку наведено в табл. 11.

Підставивши чисельні значення буквових виразів (3, 4, 5) з таблиці 11, запишемо:

$$C_y = 1800 \cdot 1 = 1800 \text{ грн.}$$

$$E_{я} = 360 - 54 = 306 \text{ грн.}$$

$$E_p = (83450 - 83450) \cdot 1 + 306 = 306 \text{ грн.}$$

**Висновки.** За результатами проведених досліджень можна констатувати, що модель множинної нелінійної регресії найбільш адекватно описує залежність відсотку втрат зерна від швидкості руху збирального агрегату ( $V_a$ ) та швидкості руху робочих елементів ( $V_{pe}$ ). Мінусовий знак при коефіцієнтах змінних ( $V_a$ ;  $V_{pe}^2$ ) показує, що із зростанням швидкості робочих елементів збирального пристрою при постійній швидкості збирального агрегату втрати зерна зменшуються у квадраті. Відстань ( $L$ ) між парами робочих елементів, закріплених на поверхні конвеєра здійснює незначний вплив на втрати зерна при обчисуванні його на корені.

Крім того, результати досліджень показують, що під час руху збирального агрегату з швидкістю ( $V_a = 2,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ) та руху робочих елементів збирального пристрою з швидкістю ( $V_{pe} = 2,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ) з 95%-вим довірливим інтервалом (0,204-0,389%) відсоток втрат зерна становить 0,3%.

Економічний ефект від використання збирального пристрою за способом обчисування зернової частини рослин під час його застосування на збиранні одного гектара пшениці становить 306 грн/га. Економічний ефект отримано за рахунок зменшення відсотку втрат зерна пшениці на 3,5 %.

### Література

1. Техника уборки зерновых методом очесывания на корню: состояние и перспективы. / А.М. Леженкин, В.И. Кравчук, А.С. Кушнарв. – Дослідницьке. – 2010. – 400 с.
2. Механіко–технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко, М.Я.Довжик, С.С. Яцун / За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
3. Боровиков В. СТАТИСТИКА. Искусство анализа данных на компьютере: Для професионалов 2–е изд.(+CD) – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
4. Гаркавий В.К. Статистика. Навчальний посібник. – К.: Алерта, 2012. – 608 с.
5. Шабанов П., Шабанов Н. Сравнительный анализ одно- и двухбарабанных очесывающих устройств на уборке зерновых культур. //Техніко–технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. праць. – Дослідницьке, УкрНДІПВТ. – 2004. – С. 136-142.
6. Коваль С., Власенко В., Кукса В., Романський А., Громадська В. Обґрунтування параметрів роботи жниварки обчисуючого типу ЖОН–4. //Техніко–тех–нологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і

технологій для сільського господарства України: Зб. наук. праць. – Дослідницьке, УкрНДПВТ. – 2004. – С. 54-59.

7. Європейський патент №0241276, A01D 47/00, 41/06. Спосіб і пристрій для збирання сільськогосподарських культур / Вільфред Ервін Клінер (Великобританія); №6886085-85, заявл. 09.04.1986; опубл. 14.10.1987, Бюл. №87/42.

8. Патень України №4795, A01D 41/08. Спосіб збирання сільськогосподарських рослин на корені та пристрій для його реалізації / Вільфред Ервін Клінер (Великобританія); №4027479/30–15; заявл. 06.04.1993; опубл. 28.12.1994, Бюл. 7–1.

9. Деклараційний патент №29322 А, МКИ A01D 75/02, Машина для збирання зернових колосових культур / Сисолін П.В., Погорілий Л.В., Мороз М.М., Коваль С.М., Серeda Л.І., Давидюк В.П. (Україна); № 98052532; заявл. 15.05.1998; опубл. 16.10. 2000, Бюл. № 5–11.

10. Деклараційний патент №31790 А, МКИ A01D 75/02, Обчислюча жатка / Сисолін П.В., Погорілий Л.В., Мороз М.М., Коваль С.М., Серeda Л.І., Давидюк В.П.; № 98105746; заявл. 30.10.1998; опубл. 15.12.2000, Бюл. № 7. – 2 с.

11. Патень України № 97589, A01D 41/08. Спосіб збирання сільськогосподарських рослин на корені та пристрій для його здійснення / В.І. Кравчук, І.М. Іваненко, С.Ф. Шульга, В.К.Сербій, Е.В. Давидюк, В.П. Давидюк (Україна); № a201014127; заявл. 26.11.2010; опубл. 27.02.2012, Бюл. № 4.

12. Жниварка обчислюча навісна ЖОН–4. Протокол державних випробувань №01–05–2001–1.–Дослідницьке, 2001.

13. Жниварка обчислюча навісна ЖОН–6. Протокол державних випробувань №01–06–001.–Дослідницьке, 2001.

14. Жниварка обчислюча навісна ЖОН–6. Протокол державних випробувань №01–07–2001–1.–Дослідницьке, 2001.

15. Жниварка обчислюча навісна RX – 60 . Протокол державних випробувань №01–24–2001.–Дослідницьке, 2001.

16. Жниварка обчислюча навісна CX – 80. Протокол державних випробувань №01–100–2001.–Дослідницьке, 2001.

17. Халафян А.А. STATISTICS 6 / Статистический анализ данных. 3–е изд. Учебник – М.: ООО "Бином–Пресс, 2007. – 512 с.

### **Аннотація**

*Установлены основные кинематические и конструкционные параметры очесывающего устройства. Определена его экономическая эффективность при сборе зерновой части пшеницы.*

### **Summary**

*Set will the basic kinematics and structural parameters of stripper. Certainly him economic efficiency on collection of corn part of the wheat.*