



УДК 631.316.02.001.55

DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-5

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПЛАНУВАННЯ БАГАТОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРІЗА З РОЗПУШУВАЧАМИ

Сірий І. О., інженер,\*

Борохов І. В., к.т.н.,

Ковальов О. О., інженер \*\*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

E-mail: tsapk@tsatu.edu.ua

Тел.: +38(0619)-42-20-74

**Анотація** – У статті розроблено програму та методику експериментальних досліджень робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами. Визначені найбільш суттєві конструктивні фактори, що варіюються у досліді та рівні їх варіювання. Визначені параметри оптимізації: обрано два головних – тяговий опір культиватора-плоскоріза з розпушувачами та якість кришення ґрунту, та визначено два додаткових параметра оптимізації – брилистість та пилуватість ґрунту. Якщо головні параметри дозволяють у загальному вигляді отримати уявлення про енергетичні та агротехнічні показники використання експериментального робочого органу, то додаткові параметри дозволяють більш детально оцінити агротехнічну якість виконання обробітку ґрунту.

Для проведення повнофакторного експерименту обрано план Бокса-Бенкіна для трьох факторів, на трьох рівнях варіювання. План містить 15 дослідів, у статі представлено матрицю планування зазначеного дослідів. Наведено опис експериментальної установки, визначені умови та місце проведення дослідів. Докладно викладено методику визначення агротехнічних показників: якості кришення, брилистості та пилуватості ґрунту. Для визначення агротехнічних показників – тобто тягового опору, застосовано метод тензометрування. Докладно описана тензоланка, наклеювання й схема з'єднання тензодатчиків та процес тарування.

**Ключові слова** – методика досліджень, параметри оптимізації, багатофакторний експеримент, культиватор-плоскоріза, розпушувач.

**Постановка проблеми.** Мета експериментальних досліджень полягає у вивченні властивостей досліджуваних об'єктів, а також перевірки адекватності висунутої гіпотези, що є підставою для поглибленого та всебічного вивчення предмета наукового дослідження.

---

\* Науковий керівник – Кувачов В. П., к.т.н., доцент

\*\* Науковий керівник – Самойчук К. О., к.т.н., доцент

© Сірий І. О., Борохов І. В., Ковальов О. О.



Стосовно до даної роботи, завданнями експериментального дослідження були: перевірка експериментального робочого органу культиватора-плоскоріза із розпушувачами та обґрунтування його конструктивних параметрів, визначення агротехнічних, енергетичних та економічних показників роботи.

Загальновідомо, що достовірність та точність даних експериментальних досліджень безпосередньо залежить від методики проведення експериментів.

Після аналізу технологічного процесу обробітку ґрунту експериментальним робочим органом культиватора-плоскоріза із розпушувачами, визначено, що факторів, які впливають на оптимальні параметри процесу досить багато. Внаслідок чого, для отримання максимуму інформації прийнято рішення що до проведення багатофакторного експерименту. При плануванні багатофакторного експерименту враховувались наступні методики [1, 2].

*Мета дослідження.* Розробити програму та методику експериментальних досліджень робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами. Визначити фактори, що варіюються та рівні їх варіювання, параметри оптимізації, скласти матрицю планування багатофакторного дослідження. Визначити умови польових випробувань, методику визначення агротехнічних та енергетичних показників експериментального робочого органу.

*Викладення основного матеріалу.* Базуючись на наступній нормативній документації: ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів» [3]; ГОСТ 20915-2011 «Випробування сільськогосподарської техніки. Методи визначення умов випробувань» [4] та галузевих стандартах [5, 6], була розроблена програма експериментальних досліджень.

Для планування багатофакторного експерименту необхідно визначитися з параметрами його оптимізації.

За перший параметр оптимізації багатофакторного експерименту прийнято тяговий опір експериментального робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами  $R_x$ , кН ( $Y_1$ ).

Ступінь кришення ґрунту при здійсненні обробітку ґрунту багато в чому визначає швидкість та одночасність проростання рослин, життєдіяльність ґрунтової мікрофлори та подальше функціонування системи «вода – ґрунт – рослина». Більшість важливих для зростання та розвитку рослин параметрів ґрунту безпосередньо залежать від ступеня кришення ґрунту. Ступінь кришення ґрунту  $k$ , % ( $Y_2$ ), є одним з найбільш суттєвих показників при виконанні безвідвального обробітку ґрунту, внаслідок чого цей показник прийнято за другий параметр оптимізації багатофакторного експерименту.



Також з метою більш глибокого дослідження якісних показників процесу обробки ґрунту експериментальним робочим органом культиватора-плоскоріза з розпушувачами досліджувались ще два додаткових параметра оптимізації: брилистість  $B$ , % ( $Y_B$ ) та пилуватість  $\Pi$ , % ( $Y_\Pi$ ) ґрунту.

Базуючись на теоретичних положеннях, а також на дослідженнях ряду вчених, в якості варійованих факторів, що здійснюють найбільший вплив на параметри оптимізації, прийняті наступні конструктивні параметри робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами:

$h$  – висота розпушувачів, мм ( $X_1$ );

$n$  – задана величина прискорення поверхні розпушувачів ( $X_2$ );

$B$  – відстань між розпушувачами, мм ( $X_3$ ).

Зв'язок параметрів оптимізації з конструктивними параметрами робочого органу має наступний вигляд:

$$R_x; k; B; \Pi = f(h, n, B) \quad (1)$$

Так як, за даними попередніх досліджень поверхні відгуку нелінійні, вирішено варіювати фактори на трьох рівнях. В експеримент включили три вищевказані параметри, та для кожного з них встановили три рівня варіювання, при цьому верхній рівень інтервалу варіювання приймається за +1, середній за 0, а нижній за -1. У табл. 1 представлені результати кодування параметрів та рівні їх зміни в експерименті. Межі вимірювання факторів визначали за результатами проведення пасивного експерименту.

Таблиця 1.

**Рівні досліджуваних параметрів багатфакторного експерименту та інтервали їх варіювання**

Фактори Показники	Висота розпушувачів			Величина прискорення поверхні розпушувачів			Відстань між розпушувачами		
	$X_1$			$X_2$			$X_3$		
Кодоване значення	-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1
Натуральне значення	$h$			$n$			$B$		
	30	40	50	1	2	3	75	90	105
Інтервал варіювання	10			1			15		
Одиниці виміру	мм			–			мм		

Для отримання математичної моделі некомпозиційні плани в ряді випадків раціональніше центральних композиційних планів другого порядку, прийнято рішення що з метою отримання математичної залежності вихідних параметрів від 3-х досліджуваних факторів використовуємо некомпозиційне планування Бокса-Бенкіна для трьох факторів на трьох рівнях варіювання.

Зазначений план передбачає проведення 15 дослідів. У центрі плану, тобто при знаходженні всіх факторів на нульових рівнях ( $x_1=x_2=x_3=0$ ), передбачено проведення трьох дослідів (таблиця 2, досліді 5; 10; 15). Матриця планування у кодованих та натуральних значеннях чинників представлена в табл. 2.

Польова експериментальна установка (рис. 1) складається з плоскоріза КПГ – 2-150 (1) з експериментальним робочим органом (2) та встановленими на ньому розпушувачами (3). Паралелограмного механізму (4) для з'єднання експериментального робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами та мобільного енергетичного засобу, на якому також розміщена тензоланка для вимірювання тягового опору (5). Експериментальна установка агрегувалась з трактором Т-16 МГ, у кабіні якого були розміщені вимірювальні пристрої.



Рис. 1. Загальний вигляд експериментальної польової установки:  
1 – плоскоріз КПГ – 2-150; 2 – експериментальний робочий орган;  
3 – розпушувачі; 4 – паралелограмний механізм; 5 – тензоланка



Таблиця 2..

**Матриця планування експерименту в кодованих та натуральних значеннях факторів**

№ дослідю	Кодовані позначення факторів				Комбінації множин факторів			Квадрати факторів			Натуральні позначення факторів				Дійсне значення параметрів оптимізації				
	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	X <sup>2</sup> <sub>1</sub>	X <sup>2</sup> <sub>2</sub>	X <sup>2</sup> <sub>3</sub>	h	n	b	Y <sub>Rx</sub>	Y <sub>k</sub>	Y <sub>Б</sub>	Y <sub>П</sub>		
1	+1	+1	+1	0	+1	0	0	+1	+1	0	50	3	90	Y <sub>Rx1</sub>	Y <sub>k1</sub>	Y <sub>Б1</sub>	Y <sub>П1</sub>		
2	+1	+1	-1	0	-1	0	+1	+1	0	50	1	90	Y <sub>Rx2</sub>	Y <sub>k2</sub>	Y <sub>Б2</sub>	Y <sub>П2</sub>			
3	+1	-1	+1	0	-1	0	+1	+1	0	30	3	90	Y <sub>Rx3</sub>	Y <sub>k3</sub>	Y <sub>Б3</sub>	Y <sub>П3</sub>			
4	+1	-1	-1	0	+1	0	+1	+1	0	30	1	90	Y <sub>Rx4</sub>	Y <sub>k4</sub>	Y <sub>Б4</sub>	Y <sub>П4</sub>			
5	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2	90	Y <sub>Rx5</sub>	Y <sub>k5</sub>	Y <sub>Б5</sub>	Y <sub>П5</sub>			
6	+1	+1	0	+1	0	0	+1	0	+1	50	2	105	Y <sub>Rx6</sub>	Y <sub>k6</sub>	Y <sub>Б6</sub>	Y <sub>П6</sub>			
7	+1	+1	0	-1	0	0	+1	0	+1	50	2	75	Y <sub>Rx7</sub>	Y <sub>k7</sub>	Y <sub>Б7</sub>	Y <sub>П7</sub>			
8	+1	-1	0	+1	0	0	+1	0	+1	30	2	105	Y <sub>Rx8</sub>	Y <sub>k8</sub>	Y <sub>Б8</sub>	Y <sub>П8</sub>			
9	+1	-1	0	-1	0	0	+1	0	+1	30	2	75	Y <sub>Rx9</sub>	Y <sub>k9</sub>	Y <sub>Б9</sub>	Y <sub>П9</sub>			
10	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2	90	Y <sub>Rx10</sub>	Y <sub>k10</sub>	Y <sub>Б10</sub>	Y <sub>П10</sub>			
11	+1	0	+1	+1	0	+1	0	+1	+1	40	3	105	Y <sub>Rx11</sub>	Y <sub>k11</sub>	Y <sub>Б11</sub>	Y <sub>П11</sub>			
12	+1	0	+1	-1	0	-1	0	+1	+1	40	3	75	Y <sub>Rx12</sub>	Y <sub>k12</sub>	Y <sub>Б12</sub>	Y <sub>П12</sub>			
13	+1	0	-1	+1	0	-1	0	+1	+1	40	1	105	Y <sub>Rx13</sub>	Y <sub>k13</sub>	Y <sub>Б13</sub>	Y <sub>П13</sub>			
14	+1	0	-1	-1	0	+1	0	+1	+1	40	1	75	Y <sub>Rx14</sub>	Y <sub>k14</sub>	Y <sub>Б14</sub>	Y <sub>П14</sub>			
15	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2	90	Y <sub>Rx15</sub>	Y <sub>k15</sub>	Y <sub>Б15</sub>	Y <sub>П15</sub>			



Для проведення польових випробувань експериментального робочого органу була обрана необроблена ділянка ґрунту, що не має строкатості включень ґрунтових відмін. Розмір ділянки 90 метрів довжиною та шириною 300 метрів. Експериментальна ділянка являла собою необроблене поле після збирання пшениці. Щільність стерні становила близько 300 шт/м<sup>2</sup>. Товщину гумусового горизонту визначали візуально, вона становила 65 – 75 см.

Польові експериментальні дослідження спроектованого робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами проводили на дослідному полі с. Новопилипівка Мелітопольського району Запорізької області, на фонах типових для півдня України.

Ґрунт: чорнозем звичайний, середньо потужний, важкий за механічним складом – важко суглинистий. При плануванні та проведенні досліду на місцевості згідно з [6] передбачались захисні смуги не менше 5 м, по периметру дослідного поля, а біля кожної ділянки 1,5...2 м.

Під час проведення експериментальних досліджень визначали наступні характеристики ґрунту: рельєф поля, абсолютну вологість ґрунту, твердість ґрунту, щільність ґрунту, гранулометричний склад ґрунту.

Агротехнічну оцінку проводили на підставі галузевих та державних стандартів [3, 4], а також методик [2, 6]. При агротехнічній оцінці роботи експериментального робочого органу з розпушувачами визначали наступні параметри: рівномірність глибини обробітку, та її середнє відхилення від заданого значення; відсоток збереження стерні; ступінь підрізання бур'янів; якість кришення ґрунту (у тому числі брилистість та пилюватість); гребнистість поверхні ґрунту.

Ступінь кришення ґрунту  $k$ , кількість брил  $B$  та пилюватість  $P$  визначають за пробами, відібраними в чотирьох місцях облікової ділянки (дві по ходу руху експериментального агрегату, та дві в зворотньому напрямку). Відбір проб рекомендується проводити не раніше ніж через 60 хвилин після здійснення обробітку ґрунту. Проби відбирають на ділянці розміром 0,25 м<sup>2</sup> на глибину обробітку ґрунту [1].

Відібрані проби просівають на спеціально розробленому ґратчастому класифікаторі ґрунту. Ґратчастий класифікатор складається з основної рами, на яку встановлюють ґрати з розміром отворів – 50, 25, 10 та 1 мм (розмір ґрат може бути різним та залежить від технічного завдання на досліджуваний робочий орган). Під нижнім решетом розміром 1 мм розташований піддон, який призначений для прийому дрібнозернистої та пилюватої фракцій. Процес визначення якості кришення представлений на рис. 2.

При здійсненні аналізу проб в першу чергу з верхнього решета вручну відбирають брилисті фракції розміром більш як 50 мм. Залишки проби просіюють обережними коливаннями решіт, щоб не зруйнувати грудки, по черзі піднімають їх протилежні сторони, що сприяє якісному розподілу фракцій на решетах з відповідними отворами. Потім кожену фракцію зважують на вагах, що мають похибку не більше  $\pm 50$  г.



Рис. 2. Визначення якості кришення ґрунту: 1 – ваги (з похибкою  $\pm 50$  г); 2 – грати для брилистої фракції розміром  $> 50$  мм; 3 – грати для фракції розміром  $> 25$  мм; 4 – грати для фракції розміром  $> 10$  мм; 5 – грати для фракції розміром  $> 1$  мм; 6 – піддон для пилуватої фракції ( $< 1$  мм) з підставкою та фіксатором

Результати зважування записують у відповідний бланк та обчислюють масову частку  $i$ -ої фракції ґрунту по відношенню до загальної маси проби, за формулою:

$$P_k = \frac{m_i \cdot 10^2}{m}, \quad (2)$$

дет  $m_i$  – маса  $i$ -ої фракції в пробі, кг;

$m$  – загальна маса проби, кг.

В якості критерію оцінки енергетичних показників роботи робочого органу з розпушувачами обраний тяговий опір, що створює розроблений робочий орган при обробітку ґрунту, відповідно до зазначеного завдання був застосований метод тензометрування. Тяговий опір визначали за допомогою тензоланки (рис. 3, а). При здійсненні обробітку ґрунту експериментальним робочим органом з розпушувачами тензоланка розміщується на паралелограмному механізмі експериментального ґрунтообробного агрегату (рис. 3, б).

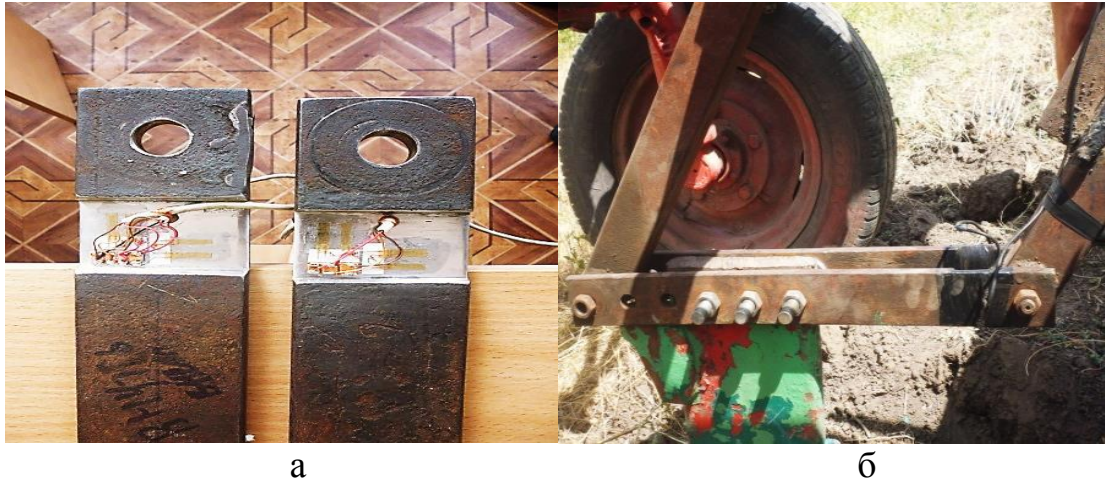


Рис. 3. Тензоланка для визначення тягового опору: а – тензоланка після наклеювання тензодатчиків; б – тензоланка на експериментальній установці

Апаратурою, що фіксує при визначенні тягового опору, виступав аналого-цифровий перетворювач АЦП 4К ТЕНЗО, зовнішній вигляд якого представлений на рисунку 4. Дані з дротяних датчиків надходять до плати АЦП 4К ТЕНЗО, далі цифровані дані поступають до ноутбуку. Після підключення вимірювального пристрою АЦП 4К ТЕНЗО до комп'ютера та підключення датчиків запускають програму *adctensosensor.exe*, розроблену виробником тензоприладів [7].

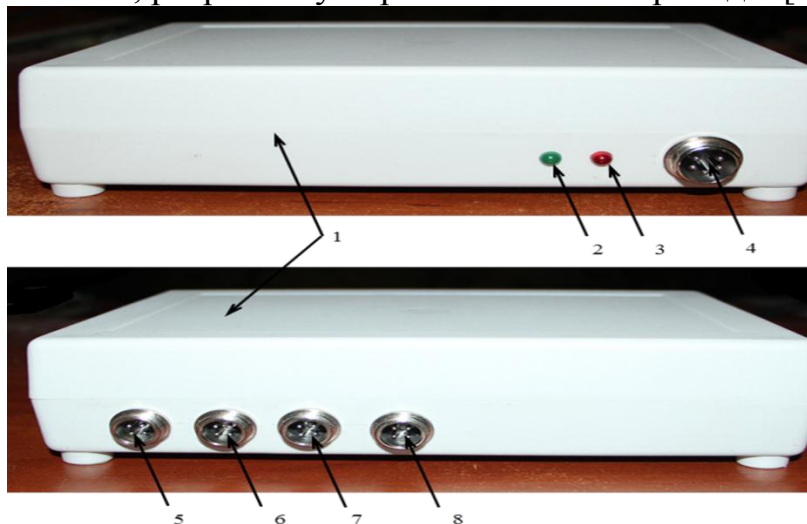


Рис. 4. Зовнішній вигляд вимірювального пристрою АЦП 4К ТЕНЗО: 1 – вимірювальний пристрій; 2 – зелений світлодіод; 3 – червоний світлодіод; 4 – роз'єм підключення кабелю USB; 5-8 – роз'єми для підключення тензодатчиків (канал 1-4)

Отримані дані фіксуються програмою *adctensosensor.exe* у форматі CVS, який сумісний з програмою Microsoft Office Excel 2010. Це дозволяє надалі проводити обчислення та графічну інтерпретацію



отриманих результатів у даній програмі. Програма *adctensosensor.exe* написана на Qt (версія 5.5, статична лінковка) під ліцензією GNU General Public License, що володіє зручним інтерфейсом, великою кількістю налаштувань апаратури та характеризується надійністю в роботі.

З метою вилучення похибок викликаних ухилом місцевості, рух ґрунтообробного агрегату при вимірюванні показників тягового опору здійснювали в прямому та зворотному напрямку.

В якості комутаційних дротів для тензоланки використовували кабелі, що поставляються в комплекті з вимірювальним приладом. Тарування тензоланки здійснювали на кафедрі МВЗ Таврійського державного агротехнологічного університету (ТДАТУ), за допомогою тарувального стану. Процес тарування представлений на рисунку 5.

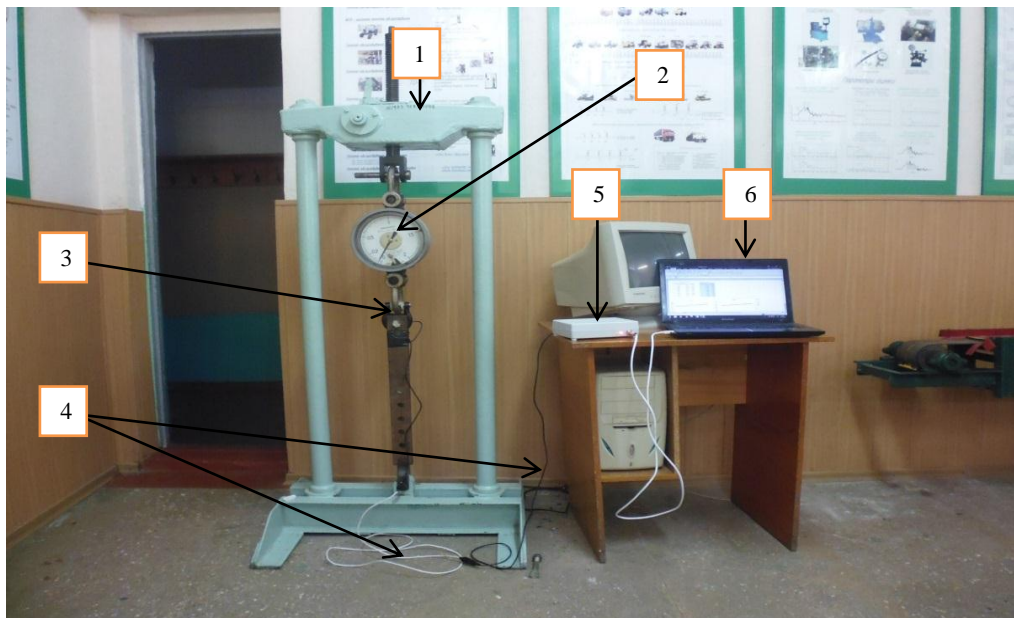


Рис. 5. Тарувальний стану при проведенні тарування: 1 – тарувальний стану; 2 – динамометр; 3 – тензоланка; 4 – комутаційні дроти; 5 – аналого-цифровий перетворювач АЦП 4К ТЕНЗО; 6 – ноутбук.

Тарування здійснювали наступним чином. Створюване за допомогою тарувального стану (1) зусилля через динамометр (ДПУ – 2-2 ГОСТ 9409 – 60) (2) передається на тензоланку (3), при цьому динамометр показує значення діючої на тензоланку сили, показники тензодатчиків через комутаційні дроти (4) надходять до аналого-цифрового перетворювача АЦП 4К ТЕНЗО (5), фіксуються та передаються до ноутбуку (6). Значення показників від динамометра та тензоланки порівнюються. Тензоланка повільно навантажується від одного значення сили, до наступного, потім після встановлення та фіксації максимального значення, перевантажується на 10...20%, далі розвантажується до нуля з фіксацією значень навантаження.

Тарування здійснювали до, протягом, та після проведення робіт у три повних цикли «навантаження – розвантаження».

Тензоланка містить вісім дротяних тензодатчиків опору з базою 20 мм та однаковим опором 100 Ом у тензоланку вони спаяні за мостовою схемою, що зазначена на рисунку 6.

Номінали всіх резисторів повинні бути однаковими, та представляти собою наступну залежність:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4. \quad (3)$$

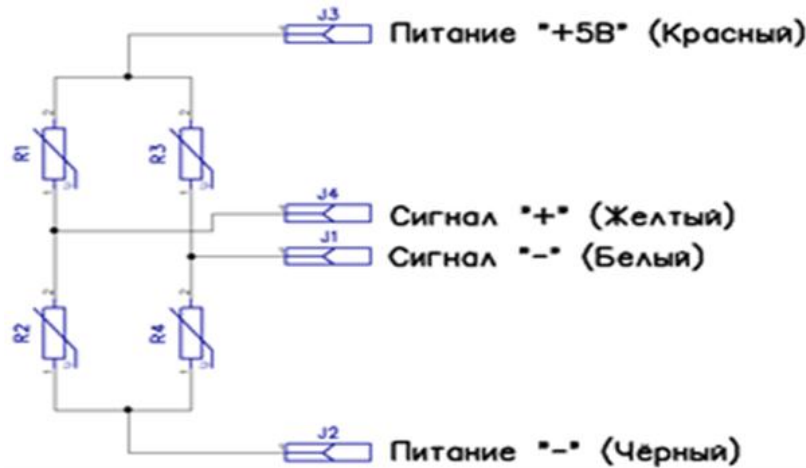


Рис. 6. Схема підключення тензодатчиків опору у вимірювальний міст

Також в ході проведення польових експериментальних досліджень визначали швидкість руху агрегату. Вимірювання швидкості руху проводили в двох напрямках, тобто «туди» та «назад». На дослідній ділянці через кожні 50 м, встановлювали вішки, на практиці враховувалась відстань для розгону трактора – 10 м. Відстань вимірювали за допомогою рулетки довжиною 5 м. Швидкість руху агрегату визначали за часом проходження залікової ділянки, розрахунок вівся за формулою:

$$v = \frac{S}{t}, \quad (4)$$

де  $S$  – довжина залікової ділянки, м;

$t$  – час проходження залікової ділянки (визначається за секундоміром), с.

**Висновки.** 1. Розроблена програма та визначена методика проведення польових експериментальних досліджень робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами.

2. Прийнято рішення щодо проведення багатofакторного експерименту, з метою визначення залежностей агротехнічних та енергетичних показників обробітку ґрунту при різних конструктивних параметрах розробленого робочого органу та режимів його роботи. В якості критеріїв оптимізації прийняті два головних: тяговий опір



експериментального робочого органу та ступінь кришення ґрунту, та два додаткових: брилистість та пилюватість ґрунту, а в якості варійованих факторів – висота додаткових елементів, задана величина прискорення поверхні розпушувачів, відстань між розпушувачами.

3. Описано та обґрунтовано методику енергетичної оцінки та методику визначення агротехнічних показників процесу обробітку ґрунту розробленим робочим органом із розпушувачами. При цьому визначення тягового опору здійснювали методом тензометрування.

#### *Література.*

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента / Ю. П. Адлер, Е. В. Макарова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1986. – 254 с.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5 изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006–01–01]. – К.: Держаспоживстандарт України, 2005. – 36 с.

4. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний : ГОСТ 20915-2011. – [Введ. 2013–01–01]. – М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2012. – 28 с.

5. Агротехническая оценка сельскохозяйственной техники. Испытания сельскохозяйственной техники. Термины и определения: СТО АИСТ 001-2010. – [Введ. 2011–15–09]. – М.: Росинформагротех, 2013. – 56 с.

6. Барщук В. И. Планирование эксперимента в технике / В. И. Барщук, Б. П. Крединцер, В. И. Мирошниченко. – К.: Техника, 1984. – 200 с.

7. Антощенко Р. В. Измерительная система динамических и энергетических параметров тракторов и машинно-тракторных агрегатов / Р. В. Антощенко // Механизация на земеделието. – 2015. – № 12. – С. 9-12.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРЕЗА С РЫХЛИТЕЛЯМИ**

И. А. Серый, И. В. Борохов, А. А. Ковальов

#### **Аннотация**

В статье разработана программа и методика экспериментальных исследований рабочего органа культиватора-плоскореза с рыхлителями. Определены наиболее существенные конструктивные факторы, которые варьируются в опыте и уровне их варьирования. Определены параметры



оптимизации: выбрано два главных - тяговое сопротивление культиватора-плоскореза с рыхлителями и качество крошения грунта; также определено два дополнительных параметра оптимизации – глыбистость и пылеватость почвы. Два главных параметра позволяют в общем виде получить представление об энергетических и агротехнических показателях использования экспериментального рабочего органа, дополнительные параметры позволяют более детально оценить агротехническое качество выполнения обработки.

Для проведения полнофакторного эксперимента выбран план Бокса-Бенкина для трех факторов на трех уровнях варьирования. План содержит 15 опытов, в статье представлено матрицу планирования опыта. Приведено описание экспериментальной установки, определены условия и место проведения опыта. Подробно изложена методика определения агротехнических показателей: качества крошения, глыбистости и пылеватости почвы. Для определения агротехнических показателей - то есть тягового сопротивления применен метод тензометрирования. Подробно описана тензозвено, наклеивание и схема соединения тензодатчиков, а также процесс тарирования.

### **USING THE METHODS OF PLANNING A MULTIFACTOR EXPERIMENT FOR THE INVESTIGATION OF A CULTIVATOR-FLAT SUCCESS WITH RIPPERS**

I. Seryy, I. Borokhov, A. Kovalyov

#### ***Summary***

In the article the program and the technique of experimental researches of a working organ of a cultivator-plane with rippers are developed. The most significant constructive factors are determined, they vary in the experience and the level of their variation. Optimization parameters are defined: the two main ones are chosen - traction resistance of the cultivator-planer with rippers and the quality of ground crushing; Also, two additional optimization parameters were determined: the bristle and soil plowing. If the main parameters make it possible, in general terms, to obtain an idea of the energy and agrotechnical indices of the use of the experimental working body, additional parameters make it possible to estimate in more detail the agrotechnical quality of the processing.

To carry out a full-factor experiment, the Box-Binkin plan was chosen for three factors, at three levels of variation. The plan contains 15 experiments, in the sex the planning matrix of this experiment is presented. The description of the experimental setup is given, the conditions and the location of the experiment are determined. A detailed description of the methodology for determining agrotechnical indicators: the quality of crushing, shrewing and sawing of the soil. To determine the agrotechnical indicators - that is, traction resistance, the tensometric method is applied. A detailed description of the tensolon, gluing and the scheme with the integration of strain gauges and the taring process.

*Keywords:* research methodology, optimization parameters, multifactorial experiment, cultivator-plane cutter, weeder.