

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою СГМ
д.т.н., професор
_____ Микола СВІРЕНЬ
“ ____ ” _____ 20 ____ р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

Удосконалення технології вирощування цибулі з модернізацією
сівалки УПС–8

Виконав здобувач вищої освіти __ П __ курсу,
групи АІ-19М-1,4
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ П’ятницький Сергій Олександрович
« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____ Сергій МОРОЗ
« ____ » _____ 20 ____ р.
Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти _____ Магістр

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Микола СВІРЕНЬ

« » 2020 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

П'ятницького Сергія Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Удосконалення технології вирощування цибулі з модернізацією сівалки

УПС-8

2. Керівник роботи (проекту)

Мороз Сергій Миколайович, канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту ____01.12.2020 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) _____

Підвищення ефективності вирощування цибулі

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Мороз С.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	20.11.2020 р.	
2	Графічна частина	30.11.2020 р.	
3	Захист роботи	20.12.2020 р.	

Дата видачі завдання

« 01 » вересня 2020 р.

Підпис керівника

_____ Мороз С.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 01 » вересня 2020 р.

Підпис здобувача

_____ П'ятницький С.О.
(прізвище та ініціали)

Перв. примен.		№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание			
		1									
		2			Документация общая						
		3									
		4			Заново розроблена						
Справ. №		5									
		6	A4	МВЦ ОО. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	47					
		7									
		8			Документація по						
		9			технологічній частині						
		10									
		11			Заново розроблена						
		12									
		13	A1	МВЦ ОО. 001 ТЧ	Технологічна карта	1					
		14	A1	МВЦ ОО. 002 ТЧ	Операційно-технологічна	1					
		Подп. и дата		15			карта на посів цибулі				
				16							
17					Документація						
18					з наукової частини						
19											
20					Заново розроблена						
21											
22	A1			МВЦ ОО. 001 НЧ	Мета, об'єкт, предмет та	1					
23					задача досліджень. Лабораторне						
24					обладнання та прилади						
Подп. и дата											
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Відомість проекту		Лит.	Лист	Листов
		Разраб.	П'ятницький							1	2
		Пров.	Мороз								
		Н.контр.	Осипов								
		Утв.	Свірень								
ЦНТУ, гр. АІ-19М-1,4											

Копировал

Формат А4

Зміст

	стор.
Вступ.....	6
2. Технологічна частина	7
3. Наукова частина	21
4. Охорона праці	41
5. Економічна частина	43
Висновки	44
Список використаної літератури	45

ВСТУП

Цибуля–ріпка є однією з найбільш цінних овочевих культур. Лідером у виробництві цибулі є Німеччина. Її частка становить приблизно 42% від загального валового світового виробництва, на другому місці Франція, частка якої – близько 25%.

В Україні цибулю вирощують з насіння або цибулі-сіянки. Спосіб вирощування цибулі-ріпки з насіння за один рік є більш перспективним, тому що виключає витрати на виробництво і зберігання сіянки.

Технологічний процес вирощування та збирання цибулі базується на зваженому і детально обґрунтованому використанні засобів механізації, застосуванні ефективних хімічних препаратів для захисту цибулі від бур'янів, шкідників та хвороб, якісного посівного матеріалу, дотриманні агротехнічних строків виконання робіт, а також впровадженні прогресивних форм і методів організації праці. Виконання цих вимог забезпечить урожайність цибулі-ріпки не менше 350 ц/га.

За своїми біологічними особливостями рослини цибулі відноситься до тих культур, які дуже вимогливі до умов у період вегетації та до агротехніки вирощування. В посушливих умовах, при нестачі елементів живлення припиняється ріст та розвиток рослин, завершується формування цибулини. Після цього ніякі агротехнічні заходи (міжрядний обробіток, інтенсивні поливи, підживлення тощо) не можуть відновити процеси розвитку та подальшого формування рослин. Як наслідок, через несвоєчасне та неякісне виконання агротехнічних прийомів та операцій можна втратити значну частину урожаю.

					МВЦ 00. 000 ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Вступ				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Розроб.		П'ятницький										6	47
Перевір.		Мороз											
Н.контр.		Осипов											
Затв.		Свірень							ЦНТУ, зр. АІ-19М-1,4				

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Технологія вирощування цибулі

Попередники

Головна вимога – максимально рано звільнити поле в році, який передує посіву. Висівати цибулю слід якомога раніше, і ґрунт має бути повністю підготовлено з осені. З цього погляду, найкращі попередники – пар і огірок, прийнятні також ранній томат, ранні кавун і диня [1–5].

Дуже часто рекомендують висівати цибулю після зернових культур і багаторічних трав. Практика показала, що після таких попередників ґрунти, як правило, заселено шкідниками, які знищують велику кількість паростків цибулі й ушкоджують краплинну трубку (дротяник). Ось чому компанія "Syngenta" не рекомендує використовувати такі попередники для цибулі [1–5].

Основна підготовка ґрунту

1. Дискування поля після збирання попередників [1–5].
2. Застосування гербіцидів суцільної дії після виростання бур'янів до висоти 15–20 см [1–5].
3. Оранка на глибину 22–24 см через 12–14 днів після внесення гербіциду [1–5].
4. Культивування зябу (двічі мірою відростання бур'янів). На зиму поле має "піти" ідеально рівним [1–5].

Удобрення

Рослини цибулі вимогливі до родючості ґрунту і реагують на рівень агрофону. Середній винос елементів живлення з урожаєм становить N4,4–P1,5–K3,5 кг на 1 т продукції [1–5].

Забезпечення макроелементами має становити N250–300–P130–150–K220–250 кг/га діючої речовини за сезон. Восени під основну обробку

					МВЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

грунту вноситься 300 кг/га нітроамофоски у фізичній вазі. Під час сівби вноситься N32–P32– K32 [1–5].

Обов'язкові також позакореневі підживлення макро- і мікроелементами. Їх краще здійснювати чистим розчином добрив [1–5].

Передпосівна підготовка ґрунту і сівба

Весняна обробка ґрунту має обмежуватися винятково боронуванням зябу для збереження вологи і знищення перших паростків бур'яну [1–5].

Рослини цибулі дуже чутливі до тривалості світлового дня. При порушенні фотоперіодичності фаза початку формування цибулини може початися передчасно, цибулини сформуються дрібними, що призведе до суттєвого зниження урожайності. Насіння цибулі потрібно висівати дуже рано інколи навіть, якщо дозволяють погодні умови, у лютому. У зв'язку з цим весняна обробка ґрунту полягає винятково в боронуванні з метою закрити вологу. Норма висіву має становити 0,9–1,0 млн/га для ранніх гібридів та 1,1–1,2 млн/га для пізніх сортів і гібридів. При сівбі ранніх гібридів відстань між насінням у рядку збільшується на 5 мм [1–5].

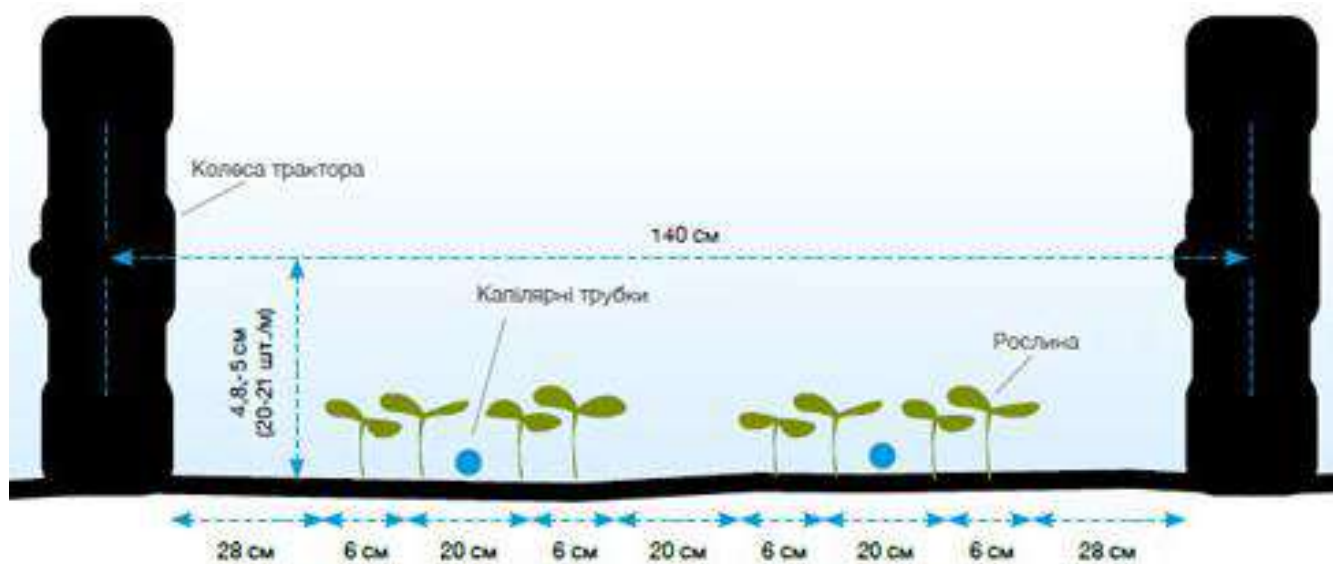


Рис. 2.1. Схеми сівби ріпчастої цибулі

Для сівби слід використовувати вакуумні сівалки точного висіву [12–17]. Для якісного і рівномірного розподілу насіння по площі швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 4–4,5 км/год [1–5].

Догляд за посівами

Заходи з догляду за посівами полягають у систематичному розпушуванні широких міжрядь для забезпечення кореневої системи повітрям. Ці культивації слід обов'язково проводити після великих опадів, бо при обмеженому доступі повітря в ґрунт, особливо в другій половині літа, зростає ризик ураження рослин бактеріозом. Бур'яни треба знищувати суто хімічним методом (внесення гербіцидів). Прополювання вручну неприпустимі [1–5].

Зрошення і фертигація

Коренева система цибулі досить слабка і розвивається в шарі ґрунту до 20 см, тому потрібне стабільне зволоження шару ґрунту, у якому міститься коріння. Це засадничий момент технології. Не можна допускати висихання зони з корінням. У зв'язку з цим навіть при дефіциті води допускається невелике скорочення норм поливу, проте в жодному разі не можна збільшувати інтервали між поливами. Ідеальні щоденні поливи з фертигацією, але у виробничих умовах це не завжди здійснено [1–5].

Захист посівів від бур'янів, шкідників і хвороб

Захист від бур'янів



Рис. 2.2. Оптимальні фази застосування гербіцидів

Першу хвилю бур'янів до появи сходів знищують гербіцидом суцільної дії, а у період вегетації – проти дводольних бур'янів [1–5].

Ранні гібриди потребують заходів з підживлення у більш стислі терміни. Надмірне забезпечення рослин азотом після 50 діб вегетації призводить до продовження вегетаційного періоду і пізнішого дозрівання цибулин [1–5].

Ранні гібриди потребують заходів з підживлення у більш стислі терміни. Надмірне забезпечення рослин азотом після 50 діб вегетації призводить до продовження вегетаційного періоду і пізнішого дозрівання цибулин [1–5].

2. Захист від шкідників

Загрозу молодим паросткам цибулі можуть становити дротяники. Для попередження розвитку цього шкідника у ґрунт при сівбі треба вносити ґрунтовий гранульований інсектицид на глибину 3–4 см. При глибшому закладанні ефективність препарату знижується. Найпоширеніші шкідники в період вегетації цибулі – цибулева муха, цибулева міль, трипси [1–5].

Запорука успішної боротьби з ними – своєчасне виявлення та обробки. У комах швидко виробляється опірність до препаратів, тому обробки слід проводити почергово з використанням інсектицидів різних груп. Найефективніше застосування бакових сумішей фосфорорганічних препаратів з синтетичними піретроїдами [1–5].

Захист від хвороб

Найпоширеніші захворювання цибулі на ранніх стадіях розвитку – фузаріоз і випрівання, на дорослих рослинах – пероноспороз, фузаріоз, альтернаріоз і бактеріоз, а в період дозрівання цибулин – гниття денця. Абсолютної генетичної стійкості до цих хвороб не існує. Запорука успішного захисту рослин від хвороб – профілактичні обробки. Максимально ефективний захист посівів від бур'янів, шкідників і хвороб можна забезпечити, тільки регулярно наглядаючи, враховуючи їхній розвиток та вчасно обробляючи [1–5].

2.2. Основні агротехнічні вимоги до посіву насіння цибулі

До посіву насіння цибулі сівалкою УПС–8 висуваються наступні вимоги:

					МВЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		10

- відхилення від заданої норми висіву насіння не повинно перевищувати $\pm 3\%$ [1–5];
- нерівномірність висіву насіння між апаратами сівалки не повинна перевищувати $\pm 4\%$ [1–5];
- нерівномірність висіву насіння кожним апаратом сівалки не повинна перевищувати $\pm 2\%$ [1–5];
- не допускається наявність зовсім не загорнутого насіння, яке б лежало на поверхні поля [1–5];
- повний і рівномірний висів насіння на задану глибину, відхилення розміщення насіння по глибині не повинне перевищувати $\pm 1,5$ см [1–5];
- відхилення основних міжрядь по довжині рядків не повинне перевищувати $\pm 3\%$ [1–5];
- відхилення стикових міжрядь не повинне перевищувати $\pm 7\%$ [1–5];
- травмування насінин не допускається [1–5].

2.3. Розрахунок робочої частини МТА

2.3.1. Вибір і обґрунтування складу агрегату

Вибір типів і марок машин доцільно починати з енергетичних засобів а потім підбираємо відповідні їм сільськогосподарські машини. При виборі типів і марок потрібно враховувати: 1) природно-кліматичні умови, тип ґрунту і рельєф місцевості; 2) сільськогосподарські культури, які вирощуються в господарстві; 3) розміри полів і їх конфігурацію; 4) характер виконуваних виробничих операцій [6–11].

Якість виконання операції та затрати механічної енергії на її виконання залежать від раціонального комплектування агрегату. Раціональність агрегату визначаємо відповідністю трактора і сівалки УПС–8 та оптимального співвідношення тягового зусилля трактора з робочим опором сівалки. Приймавши марку трактора і діапазон робочих

					<i>МВЦ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		11

швидкостей з технічної характеристики трактора встановлюємо робочі передачі. Враховуючи вищевказані умови, визначаємо тягове зусилля $P_{\text{зак}}$, теоретичні швидкості руху трактора на прийнятих передачах V_T [6–11].

2.4.2. Розрахунок агрегату

Враховуючи вище зазначені умови і агротехнічні вимоги до сівби цибулі приймаємо за базовий варіант трактор МТЗ–80 і сівалку СУПО–9, а за нову трактор МТЗ–80 і сівалку УПС–8; величина підйому $i=0,03$.

Визначаємо робочі передачі, при яких може виконуватись дана операція і відповідні цим передачам зусилля на гаку:

$$v_{\text{б}} = 8,9 \text{ км/год}; \quad P_{\text{н.зак б}} = 14,0 \text{ кН};$$

$$v_{\text{пр}} = 8,9 \text{ км/год}; \quad P_{\text{н.зак пр}} = 14,0 \text{ кН};$$

Визначаємо тягове зусилля трактора з урахуванням величини підйому поля [6–11]:

$$P_{\text{зак}} = P_{\text{н.зак}} - G_{\text{тр}} \cdot i \quad (2.1)$$

де $P_{\text{н.зак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах, кН [6–11];

$G_{\text{тр}}$ – вага трактора, $G_{\text{тр}}=33,4$ кН [6–11];

i – величина підйому поля, $i=0,03$.

Отже,

$$P_{\text{зак б}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}; \quad P_{\text{зак пр}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН}.$$

Знаходимо максимальну ширину захвату на III і IV передачах [6–11]:

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{зак}}}{K + R_i}, \quad (2.2)$$

де K – питомий опір сівалок, для СУПО–9 $K=1,5$ кН/м, для УПС–8 $K=1,7$ кН/м [6–11];

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м [6–11]:

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i \quad (2.3)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату сівалки, для СУПО–9 $B_K=4,05$ м, для УПС–8 $B_K=5,6$ м [6–12];

G_m – маса сівалки, для СУПО–9 $G_m=12,1$ кН, для УПС–8 $G_m=12,6$ кН [6–12].

Отже,

$$R_{i\delta} = \frac{12,1}{3} \cdot 0,03 = 0,121 \text{ кН/м}; \quad R_{i_{np}} = \frac{12,6}{5,6} \cdot 0,03 = 0,068 \text{ кН/м};$$

$$B_{max\delta} = \frac{13,0}{1,5 + 0,121} = 8,02 \text{ м}; \quad B_{max_{np}} = \frac{13,0}{1,7 + 0,068} = 7,35 \text{ м}.$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті [6–11]:

$$n_c = \frac{B_{max}}{B_K} \quad (2.4)$$

$$n_{\delta} = \frac{8,02}{4,05} = 1,98; \quad n_{np} = \frac{7,35}{5,6} = 1,31.$$

Приймаємо $n_{\delta}=1$; $n_{np}=1$.

Визначаємо тяговий опір агрегату [6–11]:

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c \quad (2.5)$$

Отримані раніше значення підставляємо у (2.5) і проводимо розрахунок

$$R_{\delta} = (1,5 + 0,121) \cdot 4,05 \cdot 1 = 6,57 \text{ кН}; \quad R_{np} = (1,7 + 0,068) \cdot 5,6 \cdot 1 = 9,9 \text{ кН}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [6–11]:

$$\eta = \frac{R_{azp}}{R_{zak}} \quad (2.6)$$

$$\eta_{m\delta} = \frac{4,05}{13,0} = 0,312; \quad \eta_{m_{np}} = \frac{9,9}{13,0} = 0,762.$$

Визначений коефіцієнт тягового зусилля для обох агрегатів не перевищує його допустиме значення 0,96. Отже продовжимо розрахунки.

Визначаємо змінну продуктивність агрегату [6–11]:

$$W_{zm} = 0,1 B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (2.7)$$

					МВЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

де B_p – робоча ширина захвату сівалки [6–11]:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (2.8)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату, $B_{K\delta}=4,05$ м, $B_{Knp}=5,6$ м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату, $\beta=1,0$.

Отже,

$$B_{p\delta} = 4,05 \cdot 1,0 = 4,05 \text{ м}; \quad B_{pnp} = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м};$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год [6–11]:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.9)$$

де V_T – теоретична швидкість агрегату, $V_T=8,9$ км/год [6–11];

δ – коефіцієнт буксування, $\delta=8$ –12% [6–11].

Отже,

$$v_{p\delta} = 8,9 \left(1 - \frac{9}{100} \right) = 8,09 \text{ км/год}; \quad V_{pnp} = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год};$$

T_p – чистий робочий час, год [6–11]:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.10)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год. Приймаємо $T_{зм}=8,0$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,8$ при довжині гонів 1000 м.

Отже:

$$T_p = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ год.}$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (2.7) і проводимо розрахунок

$$W_{зм\delta} = 0,1 \cdot 4,05 \cdot 8,09 \cdot 6,4 = 20,97 \text{ га/зм};$$

$$W_{змnp} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 6,4 = 26,45 \text{ га/зм.}$$

Визначаємо витрати палива на 1 га площі, кг/га [6–11]:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.11)$$

де $Q_{зм}$ – витрата палива за зміну, кг/зм;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/зм.

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (2.12)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинні витрати палива при виконанні сівби, холостому русі, на зупинках, $Q_p=18$ кг/год; $Q_x=12$ кг/год; $Q_z=3$ кг/год;

T_p, t_x, t_z – відповідно час робочих і холостих рухів, час зупинок [6–11]:

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (2.13)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, $T_{зм}=8,0$ год;

T_p – чистий робочий час, $T_p=6,4$ год.

Отже,

$$t_x = t_z = \frac{8 - 6,4}{2} = 0,8 \text{ год.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 3.12 і проводимо розрахунок

$$Q_{змб} = 17,2 \cdot 6,4 + 11 \cdot 0,8 + 2,0 \cdot 0,8 = 120,48 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{змпр} = 18,6 \cdot 6,4 + 12,4 \cdot 0,8 + 3,2 \cdot 0,8 = 131,52 \text{ кг/зм.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 3.11 і проводимо розрахунок:

$$Q_{габ} = \frac{120,48}{20,97} = 5,74 \text{ кг/год}; \quad Q_{гапр} = \frac{127,2}{26,45} = 4,97 \text{ кг/год.}$$

Аналізуючи виконані розрахунки приймаємо агрегат, що складається з трактора МТЗ–80 і сівалки УПС–8.

2.5. Підготовка поля до роботи

2.3.1. Розрахунок поворотних смуг

Для гонових способів руху на кінцях загінок залишаємо смуги розвороту агрегату.

					МВЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		15

Орієнтовну величину поворотної смуги при петльових грушовидних поворотах визначаємо (рис. 2.3) [6–11]:

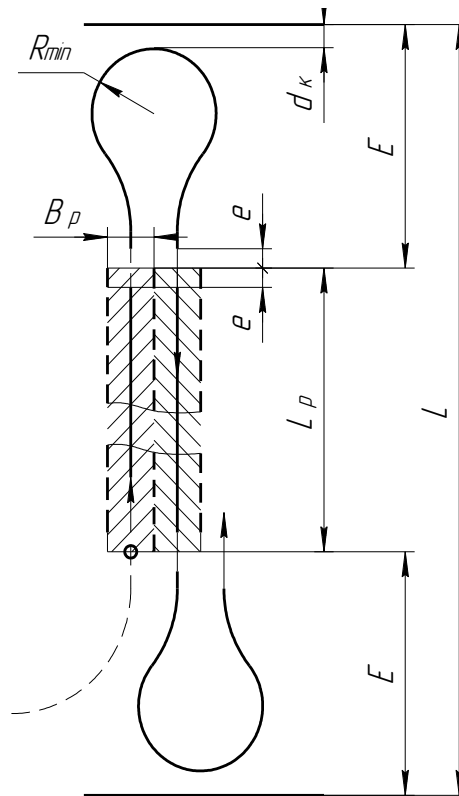


Рис. 2.3. Схема руху посівного агрегату в загінці

$$E = 3R_{min} + L_a, \quad (2.14)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту. Мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та навісною машиною приймаємо з умови:

Мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та навісною машиною приймаємо з умови [6–11]:

$$R_{min} = 1,7 \cdot B_p = 1,7 \cdot 5,6 = 9,52 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою [6–11]:

$$L_a = L_{mp} + L_M, \quad (2.15)$$

де L_{mp} – кінематична довжина трактора, $L_{mp}=0,94$ м;

L_M – кінематична довжина машини, $L_M=1,1$ м.

Отже,

$$L_a = 0,94 + 1,1 = 2,04 \text{ м.}$$

Отримані значення підставляємо у (2.14) і отримуємо:

$$E = 3 \cdot 9,52 + 2,04 = 30,6 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату, щоб при наступному проходженні агрегат здійснював ціле число проходів [6–11]:

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.16)$$

де $K = \frac{E}{B_p},$

Отже

$$K = \frac{30,6}{5,6} = 5,46.$$

Приймаємо $K=5$.

Отже,

$$E = 5 \cdot 5,6 = 28 \text{ м.}$$

Величина поворотних смуг при петльових грушовидних поворотах становить 28 м.

Розрахунок довжини виїзду агрегату

Довжина виїзду агрегату залежить від розміщення робочих органів відносно центра агрегату. При використанні задньої навіски вона визначається за виразом [6–11]:

$$e = 0,1 \cdot L_a. \quad (2.17)$$

Отже,

$$e = 0,1 \cdot 2,04 = 0,2 \text{ м.}$$

Розрахунок ширини заїмки

Заїмка – це ділянка поля призначена для роботи агрегату протягом двох–трьох змін. Для кожного агрегату відводять індивідуальну заїмку. Щоб зменшити шлях холостих ходів ширину заїмки беруть оптимальну, яка залежить від способу радіусу повороту [6–11].

Орієнтовну оптимальну ширину заїнки при русі всклад і врозгін визначають за формулою [6–11]:

$$C_{onn} = \sqrt{LB_p + 16R_{min}^2}, \quad (2.18)$$

де L – довжина заїнки, м;

B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

R_{min} – мінімальний радіус повороту, м.

Таким чином

$$C_{onn} = \sqrt{1000 \cdot 5,6 + 16 \cdot 9,52^2} = 83,97 \text{ м.}$$

Узгодимо розміри заїнки з робочою шириною машини.

Визначаємо кількість проходів агрегату при проході однієї заїнки [6–11]:

$$n = \frac{C_{onn}}{B_p} = \frac{83,97}{5,6} = 14,99.$$

Приймаємо $n=15$. Тоді

$$C = n \cdot B_p = 15 \cdot 5,6 = 84 \text{ м.}$$

Кількість заїнок визначаємо за формулою [6–11]:

$$n_z = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (2.19)$$

де F – площа поля, $F=85$ га;

$$n_z = \frac{10^4 \cdot 85}{1000 \cdot 84} = 10,12 \text{ шт.}$$

Отже, приймаємо на одному полі дев'ять заїнок шириною $C_{1-9}=84$ м і одну заїнку шириною $C_{10} = C_1 \cdot 1,12 = 94$ м.

Показником, який оцінює спосіб руху агрегату в заїнці є коефіцієнт робочих ходів, який визначається за формулою [6–11]:

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.20)$$

де L_p, L_x – середнє значення робочої довжини заїнки і холостого ходу.

Для човникового способу руху [6–11]:

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (2.21)$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (2.22)$$

де l – довжина виїзду агрегату

$$l = 0,5L_a = 0,5 \cdot 2,04 = 1,02 \text{ м};$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 28 = 944 \text{ м};$$

$$L_x = 6 \cdot 9,52 + 2 \cdot 0,2 = 57,52 \text{ м}.$$

Тоді

$$K_p = \frac{944}{944 + 57,52} = 0,94.$$

Коефіцієнт близький до одиниці, що вказує на високе використання робочого часу.

Розрахунок показників організації виконання операції

Визначаємо тривалість одного циклу за формулою [6–11]:

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (2.23)$$

де t_n – час повороту в кінці загінки, $t_n = 1,5$ хв.

$$T_u = \frac{12 \cdot 944}{10^2 \cdot 7,37} + 2 \cdot 1,5 = 18,37 \text{ хв} \approx 0,306 \text{ год}.$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл [6–11]:

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_u \cdot \tau, \quad (2.24)$$

де τ – коефіцієнт використання робочого часу циклу, $\tau = 0,8$.

$$W_u = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,37 \cdot 0,306 \cdot 0,8 = 1,01 \text{ га/цикл}.$$

Кількість циклів за зміну [6–11]:

$$n_u = \frac{W_{зм}}{W_u}, \quad (2.25)$$

$$n_u = \frac{26,75}{1,01} = 26,5 \text{ цикл/зм}.$$

Витрати палива за зміну [6–11]:

$$Q_{зм} = Q_{за} \cdot W_{зм}, \quad (2.26)$$

$$Q_{зм} = 6,98 \cdot 25,12 = 175,34 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

2.6. Підготовка агрегату до роботи та контроль за якістю роботи

Розрахунок вильоту маркера

При водінні трактора правим колесом по сліду маркера довжина правого і лівого маркера визначається за формулами, м [6–11]:

$$l_n = \frac{A - C}{2} + b_{cm}, \quad (2.27)$$

$$l_l = \frac{A + C}{2} + b_{cm}, \quad (2.28)$$

де A – відстань між крайніми сошниками, м [6–11]:

$$A = B - b, \quad (2.29)$$

де B – ширина захвату сівалки, $B=5,6$ м;

b – ширина міжрядь, $b=0,175$ м.

Отже

$$A = 5,8 - 0,175 = 5,625 \text{ м.}$$

$b_{ст}=b$ – ширина стикового міжряддя, $b_{ст}=0,2$ м;

C – відстань між серединами передніх коліс, $C=1,4$ м.

Отримані значення підставляємо у формули (2.27), (2.29) та проводимо розрахунки:

$$l_n = \frac{5,625 - 1,4}{2} + 0,2 = 2,3125 \text{ м}, \quad l_l = \frac{5,625 + 1,4}{2} + 0,2 = 3,7125 \text{ м.}$$

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Аналіз існуючих конструкцій сошників овочевих сівалок

На сьогоднішній день переважна більшість виробників сівалок відмовляється від випуску машин для посіву овочевих культур на користь інших видів машин, що користуються більшим попитом на ринку. Деякі створюють більш універсальні машини для посіву як овочевих культур, так і просапних. Але овочеві сівалки продовжують розвиватися та удосконалюватися.

Пневматичні овочеві сівалки MSO виробництва компанії MaterMass (Італія) призначені для високоточного висіву томатів, баклажанів, капусти, моркви, цибулі, маку, інших овочевих культур. Виробник випускає 4-х, 6-ти, 8-ми та 15-ти рядні машини (рис. 3.1) [13–14].



Рис. 3.1. Сівалка MSO в роботі

Сівалки MSO оснащуються посівними секціями з встановленим на них одним висівним апаратом Magicsem та може висівати 1–2 чи 3 стрічки (рис. 3.2–3.3) [13–14].



Рис. 3.2. Посівна секція MSO з одним висівним апаратом Magicsem [13–14]

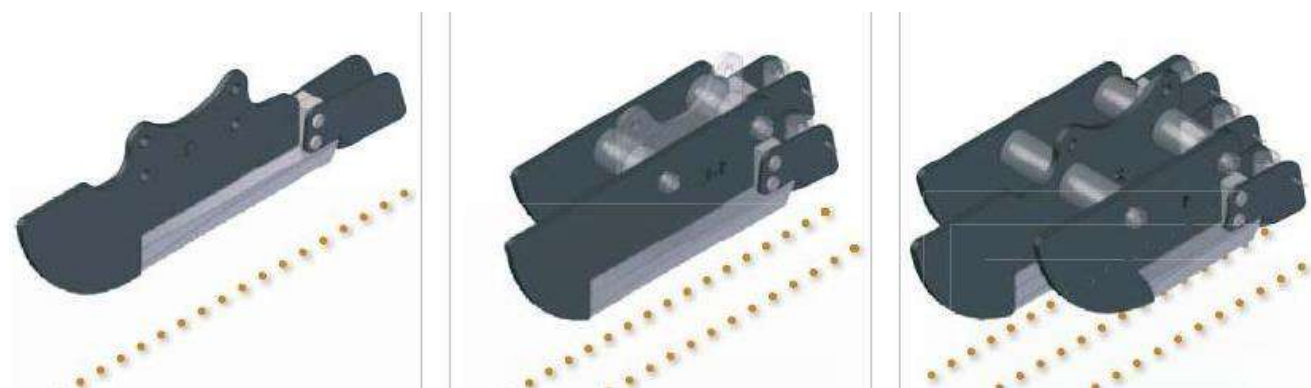


Рис. 3.3.Схема встановлення сошників на посівній секції для висіву насіння в 1, 2 та 3 стрічки [13–14]

Сівалка MSO–DUO (рис. 3.4) оснащується двома висівними апаратами Magicsem і може висівати у 2 рядки (рис. 3.5) [13–14].



Рис. 3.4. Сівалка MSO–DUO

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВЦ 00. 000 ПЗ

Арк.

22

Висівні апарати можна зміщувати в поперечному напрямі, утворюючи при цьому міжряддя шириною від 4 до 10 см [13–14].



Рис. 3.5. Посівна секція MSO–DUO з двома висівними апаратами Magicsem

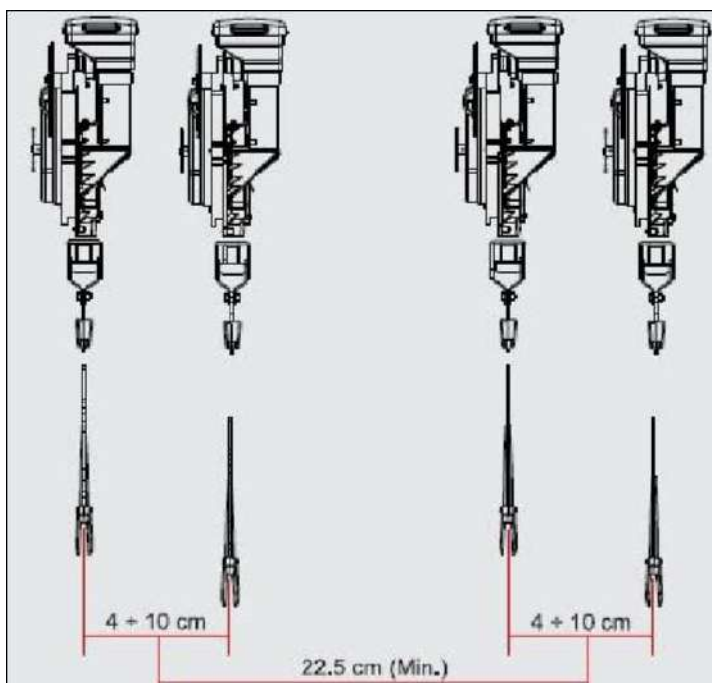


Рис. 3.6. Схеми міжрядь, що може створювати посівна секція MSO–DUO

Овочева сівалка Olimpia італійської фірми GASPARDО призначена для посіву овочевих культур [15].

Сівалка здійснює дворядковий посів однією посівною секцією на відстань 4–9 см, мінімальна ширина міжрядь становить 26 см. Нова модель сівалки дозволяє працювати на різній посівній глибині з високим ступенем адаптації до різного ґрунту.



Рис. 3.7. Овочева сівалка Olimpia

Висівні апарати пневматичної сівалки Calibra фірми SFOGGIA забезпечують однорядковий (Calibra), дворядковий (Calibra Twin) і трьохрядковий (Calibra Tris) висів дрібного насіння овочевих культур та буряків [16].



Рис. 3.7. Посівна секція Calibra Twin

Сівалка проста і універсальна в переналагодженні: при зміні виду культури, насіння якої має висіватися, досить замінити висівний диск і сошник, всі інші деталі залишаються незмінними. Calibra може висівати

насіння салату, моркви, цибулі, капусти, цибулю–порей, шпинату, буряків, петрушки, перцю і насіння інших подібних за формою культур [16].

Для дворядкового посіву комплектується подвійною ланцюговою передачею, індикатором глибини посіву кожної секції. Машина може оснащуватися сошниками полозовидної форми (для легкого ґрунту) або клиноподібної форми (для середнього або важкого ґрунту). Мінімальна ширина міжряддя – 20 см [16].

Секція для трирядкового посіву забезпечує мінімальну ширину міжряддя – 20 см. Відстань між рядками однієї секції (фіксована) може бути 3,5; 5 або 6 см. Додатково (опція) може становити – 7, 10, 12 см. Глибина висіву сошниками – 1,5 см [16].



Рис. 3.8. Посівна секція Calibra Tris

Сівалки Calibra Slim, Amerika, Amerika Twin, Tandem мають можливість висіву насіння з мінімальним шириною міжряддя 13 см [16].

Сімейство сівалок MS фірми Monosem розроблено для посіву дрібного насіння овочевих культур. В залежності від висівного диску, кількості висівних апаратів в посівній секції та сошників, вона може здійснювати посів смужкою в один чи два рядки або стрічкою [17].



Рис. 3.9. Сівалка Calibra Tandem фірми SFOGGIA

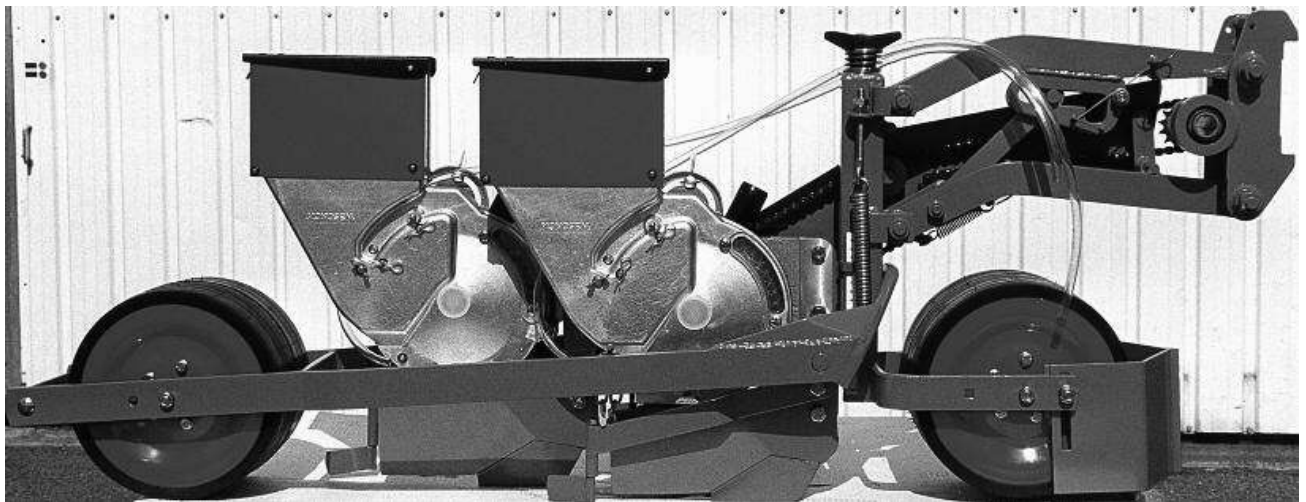


Рис. 3.10. Посівна секція MS D овочевої сівалки фірми Monosem

Для створення борозни на всіх розглянутих посівних секціях овочевих сівалок використовуються полозовидні сошники. Їх перевага в роботі над роботою інших типів сошників полягає в здатності створювати борозну у верхньому шарі гумусу на малій глибині (до 4 см), забезпеченні стійкості ходу у вертикальній площині (глибина загортання насіння), забезпеченні створення заданого профілю борозни та мала висота

скидання насіння у борозну. Вони забезпечують найменше відхилення розташування насіння по висоті борозни від заданої глибини їх загортання та кращий контакт насінин зі стінками та дном борозни у порівнянні з іншими типами сошників, що використовуються на овочевих та просапних сівалках [17].



Рис. 3.11. Сошники, що встановлюються на посівну секцію MS D овочевої сівалки фірми Monosem

Серед вад цього виду сошників вкажемо наступні:

- незадовільна якість роботи на ґрунтах з малою або високою вологістю;
- залежність якості утворюваної борозни від якості передпосівної обробки ґрунту;
- велика матеріалоемність;
- великий кут розтвору стінок борозни;
- підвищений тяговий опір;
- висока вартість виготовлення;
- залежність якості роботи сошника від форми та розмірів полоза.

Таким чином в розвитку конструкцій сошників можна розрізнити наступні тенденції:

- виготовлення полозів сошників з зностійкого чавуну чи високоміцного сплаву;
- конструкція сошника і посівної секції загалом повинна забезпечувати легкий доступ для швидкої заміни полоза;
- повинна дозволяти швидко переходити від однорядного до смужкового та стрічкового способів посіву й навпаки.

3.2. Обґрунтуванням теми роботи

Аналіз конструкцій сошників овочевих сівалок показав, що крім їх конструктивних параметрів на якість показники загортання насіння в ґрунт впливають форма, розміри та міцності властивості верхнього шару насіння, висота його падіння, вологість та твердість ґрунту.

Після відриву від отвору висівного диску насіння падає до низу сформовану сошником борозну. Внаслідок не співпадання центра ваги з геометричним центром насінини починають обертатися навколо власного центра ваги. Внаслідок цього зовнішня частина насінини має більшу абсолютну швидкість ніж центр ваги. В момент зіткнення з поверхнею борозни зовнішня точка насінини вдаряється в ґрунт. Від зіткнення вона отримує імпульс під таким самим кутом, під яким ця точка вдарялась. В той же час центр ваги насінини ще продовжує свій рух в тому ж самому напрямі до зіткнення з поверхнею борозни. Отримавши імпульс насінини, як однорідна система починає змінювати напрямок руху. В результаті цього всього відбувається відскок висівної частки від поверхні борозни.

Таким чином на дальність відльоту насіння від точки приземлення в борозну впливають:

- швидкість відриву насінини від отвору висівного диску;

- напрям падіння насінини після відриву від отвору висівного диску;
- висота падіння (відстань від центру отвору висівного диску до дна борозни);
- твердість і вологість ґрунту.

Сучасні овочеві сівалки обладнуються пневмо–механічними апаратами точного висіву, що забезпечують абсолютну швидкість руху після відриву від отвору висівного диску рівну нулю. При цьому насінини рухається у вертикальній площині до дна борозни перпендикулярно вниз. Відхилення її швидкості та напрямку падіння не перевищують 3%.

Формування мети

В реальних умовах машини часто працюють за показниками вологості ґрунту та якості підготовки його до посіву, які відрізняються від закладених виробником. Крім того механізатори майже не враховують тип ґрунту і не здійснюють регулювання тиску натискної пружини посівної секції, обмежуючись лише регулюванням глибини ходу сошника. Внаслідок цього на легких ґрунтах стінки борозни переущільнюються, а на важких ґрунтах вони навпаки нещільні. Внаслідок цього твердість стінок суттєво впливає на відбиття насіння від їх поверхні. Вологість ґрунту здатна також впливати на відбиття насінин. Більш вологий ґрунт здатний гасити удар внаслідок більшої своєї пластичності та в'язкості. При зменшенні вологості ці властивості зменшуються.

Мета – підвищення ефективності розподілу насіння овочевих культур шляхом обґрунтування конструкції сошника посівної секції.

Об'єктом дослідження є процес взаємодії насіння з ґрунтовим середовищем.

Предметом досліджень є характер взаємодії насіння з ґрунтовим середовищем.

					МВЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		29

Задачі досліджень — встановити закономірності відскоку насіння від ґрунту в залежності від висоти падіння насіння, твердості та вологості ґрунту.

3.3. Методика і дослідження

Для вирішення поставлених задач досліджень була розроблена та змонтована експериментальна установка. Загальний вид лабораторної установки наведено на рис. 3.13. Лабораторна установка включає в себе ємність з ґрунтом, котушковий висівний апарат з приводом від силової установки, що складається з електромотора та випрямляча струму ВСА–111к (рис. 3.12). Вал висівного апарата напряму з'єднано з валом електродвигуна.

Методика проведення повного факторного експерименту

Для проведення дослідів було вибрано три параметри, які будуть змінюватись: висота скидання насіння, твердість та вологість ґрунту.



Рис. 3.12. Випрямляч току ВСА–111к

Для кожного досліді камеру висівного апарата завантажувалося 20 насінин цибулі. Робоча ширина котушки встановлювалася на 2,5 мм.

Частоту обертання котушки регулювали зміною електричного струму за допомогою випрямляча струму ВСА–111к. Кількість обертів зменшували до тих пір поки котушки не здійснювала висів одним її жолобком 1–2 насінин.

Значення параметрів змінювали наступним чином:

					МВЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

де x_i ; X_i – відповідно кодове та натуральне (дійсне) значення i -го фактора [18–30];

X_{i0} – натуральне значення i -го фактора на нульовому рівні [18–30];

ΔX_i – інтервал варіювання i -го фактора [18–30].

В результаті, кодові значення факторів становитимуть: «+1» – для верхнього, «0» – для нульового і «-1» – для нижнього рівнів. Або їх ще позначають як «+», «0» і «-» (табл. 3.1) [18–30].

Таблиця 3.1

Умови проведення і результати дослідів

Фактор	Натуральне позначення	Кодове значення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				натуральні			кодові		
				верхні	нульові	нижні	верхні	нульові	нижні
Висота скидання насінини, см	$h_{ск}$	x_1	30	75	45	15	+1	0	-1
Вологість ґрунту, %	W	x_2	4,0	22	18	14	+1	0	-1
Твердість ґрунту, МПа	T	x_3	1,0	2,2	1,2	0,2	+1	0	-1

Нульовим називають рівень, що займає центр інтервалу варіювання (середнє значення фактора) [18–30].

Складання плану–матриці експерименту

План–матриця трифакторного експерименту (ПФЕ 2^3) передбачає проведення восьми дослідів ($n=2^3=8$) і має наступний вигляд (табл. 3.2) [18–30].

План–матриця ПФЕ 2³

Номер досліджу	Значення кодових факторів			Взаємодія кодових факторів			
	x_1	x_2	x_3	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$
1	–1	–1	–1	+1	+1	+1	–1
2	+1	–1	–1	–1	–1	+1	+1
3	–1	+1	–1	–1	+1	–1	+1
4	+1	+1	–1	+1	–1	–1	–1
5	–1	–1	+1	+1	–1	–1	+1
6	+1	–1	+1	–1	+1	–1	–1
7	–1	+1	+1	–1	–1	+1	–1
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

3.4. Результати проведення факторного експерименту

Згідно складеної робочої матриці (з урахуванням рандомізації дослідів) проводимо експерименти з трьохкратною повторністю. Після обробитку відзнятих відеозаписів дослідів, значення параметра оптимізації, отриманого в кожному досліді, записуємо в таблицю 3.3.

Обробка результатів експерименту

Визначимо дисперсії результатів дослідів [18–30]:

$$S_u^2 = \frac{1}{m_0 - 1} \cdot \sum_{i=1}^{m_0} (Y_{Ui} - \bar{Y}_U)^2, \quad (3.2)$$

де m_0 – кількість повторностей кожного досліду;

i – номер повторності;

Y_{Ui} – значення вихідного параметру у i -й повторності;

$\bar{Y}_U$ – середнє значення вихідного параметру у U -му досліді

Таблиця 3.3

Результати проведення експериментальних дослідів

Рандомізація	Точка плану і номер дослідів	Значення кодових факторів			Вихідний параметр Y, см			Середньо– арифметичне значення $\bar{Y}_i$, см
					повторюваність			
		x_1	x_2	x_3	I	II	III	
5	1	–1	–1	–1	0,9	0,6	0,9	0,8
2	2	+1	–1	–1	2,8	3,2	3,0	3,0
7	3	–1	+1	–1	0,1	0,2	0	0,1
1	4	+1	+1	–1	1,4	1,8	1,9	1,7
4	5	–1	–1	+1	4,1	3,7	3,6	3,8
6	6	+1	–1	+1	6,1	6,4	6,4	6,3
8	7	–1	+1	+1	2,0	2,7	2,5	2,4
3	8	+1	+1	+1	4,3	4,8	5,0	4,7

$$S_{u1}^2 = \frac{(0,9 - 0,8)^2 + (0,6 - 0,8)^2 + (0,9 - 0,8)^2}{3 - 1} = 0,03;$$

$$S_{u2}^2 = \frac{(2,8 - 3,0)^2 + (3,2 - 3,0)^2 + (3,0 - 3,0)^2}{3 - 1} = 0,04;$$

$$S_{u3}^2 = \frac{(0,1 - 0,1)^2 + (0,2 - 0,1)^2 + (0 - 0,1)^2}{3 - 1} = 0,01;$$

$$; S_{u4}^2 = \frac{(1,4 - 1,7)^2 + (1,8 - 1,7)^2 + (1,9 - 1,7)^2}{3 - 1} = 0,07;$$

$$S_{u5}^2 = \frac{(4,1 - 3,8)^2 + (3,7 - 3,8)^2 + (3,6 - 3,8)^2}{3 - 1} = 0,07;$$

$$S_{u6}^2 = \frac{(6,1 - 6,3)^2 + (6,4 - 6,3)^2 + (6,4 - 6,3)^2}{3 - 1} = 0,03;$$

$$S_{u7}^2 = \frac{(2,0 - 2,4)^2 + (2,7 - 2,4)^2 + (2,5 - 2,4)^2}{3 - 1} = 0,13;$$

$$S_{u8}^2 = \frac{(4,3 - 4,7)^2 + (4,8 - 4,7)^2 + (5,0 - 4,7)^2}{3 - 1} = 0,13.$$

Дисперсія відтворюваності визначається за формулою [18–30]:

$$S_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n S_u^2;$$

$$S_y^2 = \frac{1}{8}(0,03 + 0,04 + 0,01 + 0,07 + 0,07 + 0,03 + 0,13 + 0,13) = 0,06375.$$

Перевіряємо відтворюваність дослідів за умови [18–30]:

$$G = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^n S_u^2} \leq G(0,05; n; f_u), \quad (3.3)$$

де S_u^2 – дисперсія, що характеризує розсіювання результатів в u -му досліді;

$S_{u \max}^2$ – найбільша із дисперсій

$$G = \frac{0,13}{0,03 + 0,04 + 0,01 + 0,07 + 0,07 + 0,03 + 0,13 + 0,13} = 0,2549.$$

Умова виконується, оскільки

$$G = 0,2549 \leq G(0,05; 8; 2) = 0,5157.$$

Тоді приходимо до висновку, що процес відтворюваний.

Коефіцієнти математичної моделі визначаємо за формулами [18–30]:

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n y_{Ucep} \\ b_i &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} y_{Ucep} \\ b_{ij} &= \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} x_{ju} y_{Ucep} \end{aligned} \right\} \quad (3.4)$$

де x_{iu} – значення i -го кодового фактора в рядку матриці в u -му досліді;

x_{ju} – значення j -го кодового фактора в рядку матриці в u -му досліді

$$b_0 = \frac{1}{8}(0,8 + 3,0 + 0,1 + 1,7 + 3,8 + 6,3 + 2,4 + 4,7) = 2,85;$$

$$b_1 = \frac{1}{8}(-0,8 + 3,0 - 0,1 + 1,7 - 3,8 + 6,3 - 2,4 + 4,7) = 1,075;$$

$$b_2 = \frac{1}{8}(-0,8 - 3,0 + 0,1 + 1,7 - 3,8 - 6,3 + 2,4 + 4,7) = -0,625;$$

$$b_3 = \frac{1}{8}(-0,8 - 3,0 - 0,1 - 1,7 + 3,8 + 6,3 + 2,4 + 4,7) = 1,45;$$

$$b_{12} = \frac{1}{8}(0,8 - 3,0 - 0,1 + 1,7 + 3,8 - 6,3 - 2,4 + 4,7) = -0,1;$$

$$b_{13} = \frac{1}{8}(0,8 - 3,0 + 0,1 - 1,7 - 3,8 + 6,3 - 2,4 + 4,7) = 0,125;$$

$$b_{23} = \frac{1}{8}(0,8 + 3,0 - 0,1 - 1,7 - 3,8 - 6,3 + 2,4 + 4,7) = -0,125;$$

$$b_{123} = \frac{1}{8}(-0,8 + 3,0 + 0,1 - 1,7 + 3,8 - 6,3 - 2,4 + 4,7) = -0,05.$$

Рівняння регресії буде мати вигляд:

$$y = 2,85 + 1,075x_1 - 0,325x_2 + 1,45x_3 - 0,1x_1x_2 + 0,125x_1x_3 - 0,125x_2x_3 - 0,05x_1x_2x_3.$$

Перевірка адекватності проводиться за критерієм Фішера F [18–30]:

$$F^P = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} \leq F(0,05; f_{ad}; f_y), \quad (3.5)$$

де F^P – розрахункове значення коефіцієнту Фішера;

$F(0,05; f_{ad}; f_y)$ – табличне значення коефіцієнту Фішера для 5%–го рівня значущості [18–30];

f_{ad} – число ступенів вільності дисперсії адекватності;

f_y – число ступенів вільності дисперсії відтворення;

S_y^2 – дисперсія відтворюваності дослідів;

S_{ad}^2 – дисперсія адекватності [18–30]

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{n - k - 1} \cdot \sum_{U=1}^n (Y_{Ui} - \bar{Y}_U)^2. \quad (3.6)$$

де Y_{ui} – розрахункове значення відгуку в i -му досліді, яке визначається шляхом підстановки знайдених коефіцієнтів до лінійної частини обраного поліному:

$$Y_{u1} = 2,85 + 1,075(-1) - 0,625(-1) + 1,45(-1) = 0,95;$$

$$Y_{u2} = 2,85 + 1,075(+1) - 0,625(-1) + 1,45(-1) = 3,1;$$

$$Y_{u3} = 2,85 + 1,075(-1) - 0,625(+1) + 1,45(-1) = -0,3;$$

$$Y_{u4} = 2,85 + 1,075(+1) - 0,625(+1) + 1,45(-1) = 1,85;$$

$$Y_{u5} = 2,85 + 1,075(-1) - 0,625(-1) + 1,45(+1) = 3,85;$$

$$Y_{u6} = 2,85 + 1,075(+1) - 0,625(-1) + 1,45(+1) = 6,0;$$

$$Y_{u7} = 2,85 + 1,075(-1) - 0,625(+1) + 1,45(+1) = 2,6;$$

$$Y_{u8} = 2,85 + 1,075(+1) - 0,625(+1) + 1,45(+1) = 4,75.$$

Таким чином дисперсія адекватності становить:

$$S_{sd}^2 = \frac{1}{8-3-1} \left((0,95-0,8)^2 + (3,1-3)^2 + (0,3-0,1)^2 + (1,85-1,7)^2 + (3,85-3,8)^2 + (6-6,3)^2 + (2,6-2,4)^2 + (4,75-4,7)^2 \right) = 0,0575$$

Тоді:

$$F^p = \frac{0,0575}{0,06375} = 0,9020 \leq F(0,05;8;16) = 2,59.$$

– отже отримане рівняння адекватне.

Визначення значущості коефіцієнтів регресії проводиться за критерієм Стюдента. Коефіцієнт вважається значущим, якщо виконується умова [18–30]:

$$|b_a| \geq \Delta b_a, \quad (3.7)$$

де $|b_a|$ – розраховані коефіцієнти поліному;

Δb_a – довірча границя

Довірчу границю визначимо за рівнянням [18–30]:

$$\Delta b_a = t(0,05; f_y) \sqrt{\frac{S_y^2}{n}}, \quad (3.8)$$

де $t(0,05; f_y) = 2,1$ – коефіцієнт Стьюдента при 5%–му рівні значущості та числі ступенів вільності дисперсії відтворюваності $f_y = 16$.

Таким чином довірча границя становить

$$\Delta b_a = 2,1 \sqrt{\frac{0,06375}{8}} = 0,187.$$

Число ступенів вільності дисперсії відтворення розраховується як

$$f_y = n(m_0 - 1) = 8 \cdot (3 - 1) = 16.$$

Отримані результати показують нам, що збільшення висоти скидання насіння та твердості ґрунту збільшить відскок насіння від поверхні ґрунту. Це зумовлене тим, що збільшення висоти скидання збільшує швидкість, з якою насіння рухається після відриву від отворів висівного диску до дна борозни. Збільшення твердості ґрунту погіршує демпфуючі властивості поверхні ґрунту внаслідок його ущільнення. В той же час збільшення вологості ґрунту збільшує пластичність ґрунту, зменшує його щільність. Це дозволяє значно зменшити висоту відскоку насіння від поверхні ґрунту.

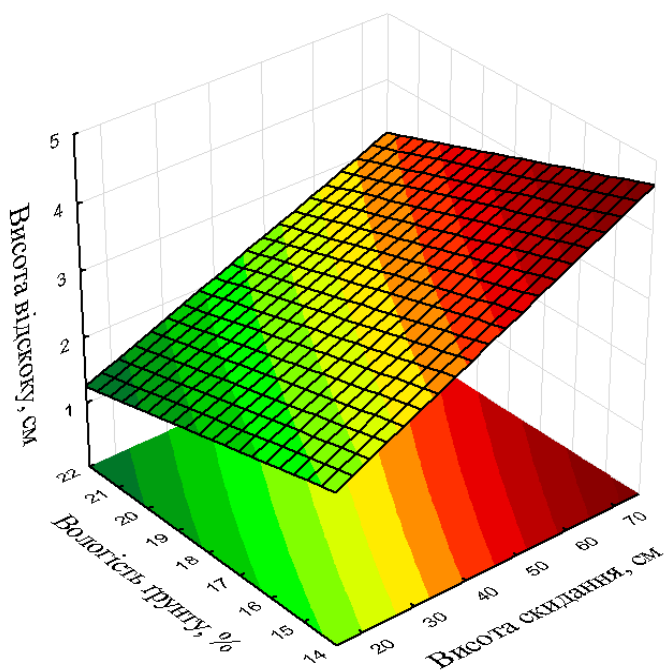
Найвища якість розподілу насіння в заданих горизонтах та відстанях між собою досягається при наступних раціональних значеннях чинників:

x_1 – до 15 см;

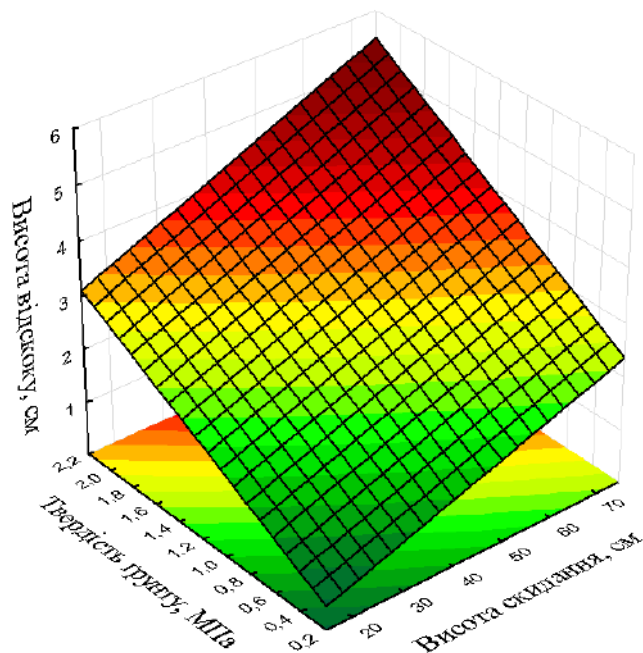
x_2 – 14...17%;

x_3 – 0,2...0,4 МПа.

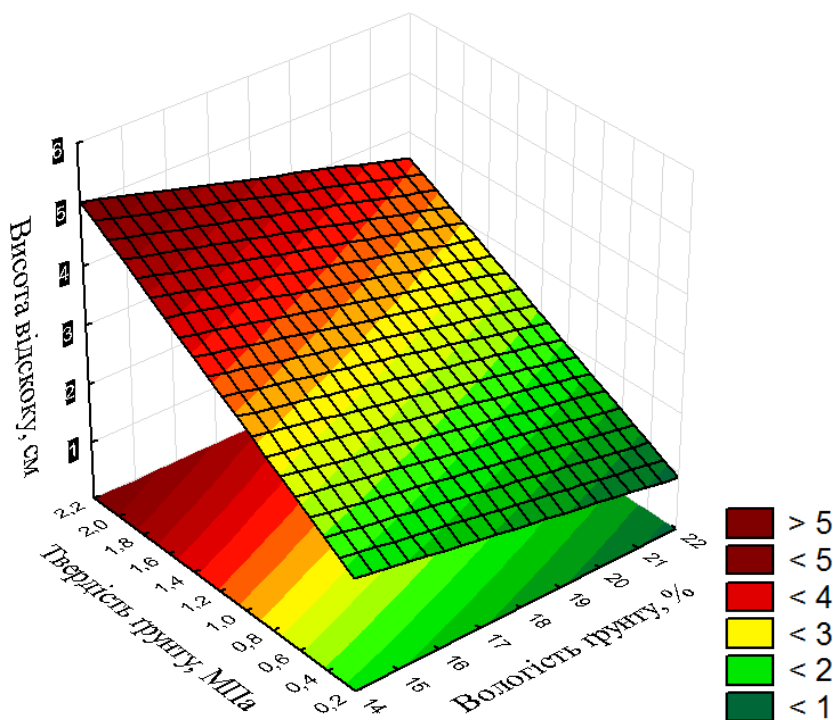
Досягнення максимальних значень показників ефективності процесу висіву одночасно неможливо, оскільки вологість та твердість ґрунту залежать від інших чинників.



а



б



в

Рис. 3.15. Поверхні відскоку та графіки ліній рівного виходу
а – $Y=f(x_1; x_2)$; б – $Y=f(x_1; x_3)$; в – $Y=f(x_2; x_3)$

Парето-карта (рис. 3.16) [25–30] показує нам, що головні чинники, які впливають на відскок насіння від поверхні ґрунту, від чого залежать

якість розподілу насіння по довжині рядка та по висоті борозни та які необхідно враховувати при виборі конструктивних параметрів сошника, це висота скидання насіння та твердість ґрунту.

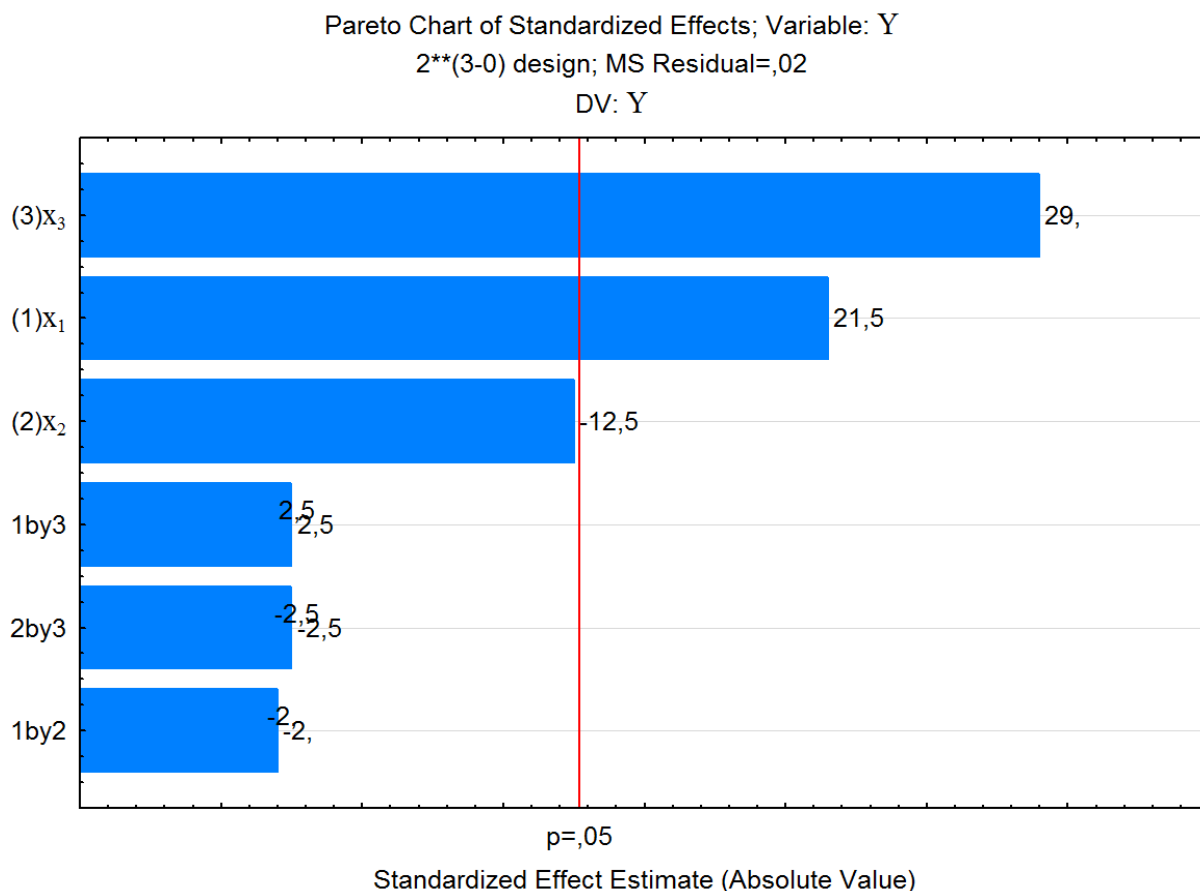


Рис. 3.16. Парето–карта

Висновки по розділу

Таким чином, проведені експериментальні дослідження дозволяють встановити що на якість розміщення насіння впливають висота скидання насіння в борозну, яка забезпечується при розробці машини, твердість ґрунту, яка залежить від щільності, створюють під проведення операцій передпосівного обробітку ґрунту та сошником під час сівби. Вологість ґрунту залежить від природних опадів в осінь–весняний період та своєчасності виконання тих же операцій передпосівного обробітку ґрунту.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Перед початком експлуатації сівалки вивчіть керівництво по експлуатації.

До роботи на сівалці допускаються особи, які пройшли підготовку та інструктаж з техніки безпеки.

При експлуатації і обслуговуванні сівалки дотримуйтесь "Правила техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах".

Суворо виконуйте вимоги попереджувальних та заборонних написів, що нанесені на сівалці.

Перед транспортуванням сівалки, націпленої на трактор необхідно [12, 31–35]:

- видалити із бункерів насіння;
- завести автоматичну зачіпку СА–1 в замок, зафіксувати шплінтом, надійно заблокувати розтяжки націпки трактора;
- впевнитися в тому, що на сівалці немає сторонніх предметів.

Знаходиться будь-кому на сівалці під час транспортування забороняється [12, 31–35].

Транспортування сівалки в темний час доби і в інших умовах при недостатньому природному освітленні не рекомендується монтаж, технічне обслуговування усунення неполадок начепленої на трактор сівалки виконувати тільки при зупиненому двигуні [15, 31–35].

Перед початком руху обов'язково попередьте звуковим сигналом оточуючих [12, 31–35].

Забороняється [12, 31–35]:

- агрегатувати з трактором сівалку, яка має несправності;
- піднімати сівалку з включеним приводу вентилятора;
- вмикати гідромеханізм з землі, або стоячи на підніжжі трактора;
- знаходитися на підніжжі під час руху агрегату;

- розвертати агрегат з опущеною сівалкою, або маркерами;
- рухатися заднім ходом чи повертати з опущеною сівалкою;
- очищати висівні апарати в разі забивання;
- класти на сівалку мішки з насінням або інші сторонні предмети;
- перебувати на сівалці;
- під час руху агрегату знаходитися попереду агрегату, сідати на трактор і виходити з нього, виконувати очищення сошників, ремонт, регулювання і заправлення.

Очищення сошників при забиванні ґрунтом або рослинними залишками проводити чистиком при відключеному ВВП [12, 31–35].

При роботі на схилах необхідно дотримуватися особливої обережності щоб уникнути перекидання. Працювати на схилах крутістю понад 8° забороняється [12, 31–35].

Під час роботи сівалки кришки бункерів для насіння повинні бути закриті [12, 31–35].

При роботі з протравленими насінням, а також в зоні підвищеної запиленості користуватися засобами індивідуального захисту [12, 31–35].

Після роботи з протравленими насінням необхідно вимити сівалку водою [12, 31–35].

Слідкуйте, щоб захисний кожух приводу вентилятора був надійно закріплений [12, 31–35].

Забороняється накачувати шини без періодичної перевірки тиску в шинах [15, 31–35].

Не виконуйте ремонт елементів гідроприводу, що знаходяться під тиском [12, 31–35].

Не залишайте на сівалці після ремонту і. регулювань інструмент та інші предмети. Попадання їх до робочих органів призводить до аварії [12, 31–35].

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Важливим показником економічної ефективності технологічної операції є її собівартість яку потрібно визначити.

Відповідно завдання, до базової технології внесені такі зміни: замість агрегату МТЗ–80 та СУПО–6 використовуємо агрегат МТЗ–80 і УПС–8.

Таблиця 5.1

Економічні показники порівнювальних технологій

Показники	Одиниці виміру	Базова технологія	Проектна технологія
Площа	га	85	85
Витрати палива	кг/га	5,74	4,97

Економічну ефективність від впровадження запропонованої технології вирощування цибулі визначимо шляхом порівняння витрат палива агрегатами за базовою та проектною операціями посіву.

Витрати палива за базовою операцією у агрегаті становлять 5,74 кг/га, а за проектною – 4,97 кг/га. Враховуючи площу поля базовий агрегат витратить при посіві 487,9 кг палива, проектний – 422,45 кг палива. Мінімальна ціна ДП на АЗС України становить 23 грн/л. Визначаємо мінімальну різницю вартості палива між ними:

$$\frac{487,9 - 422,45}{0,82} \cdot 23 = 1835,79 \text{ грн.}$$

На підставі отриманих розрахунків можна стверджувати, що запропонована технологія посіву насіння цукрових буряків є доцільною та може використовуватися будь-яким виробником продукції рослинництва.

Переваги запропонованої технології: вдалося забезпечити зменшення витрат палива на виконання операції посіву насіння цибулі більше ніж на 65 кг, або більше ніж на 1835 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В магістерській роботі удосконалена технологія вирощування цибулі, яка передбачає вирощування та отримання врожаю з мінімальними витратами ручної праці.

Запропонована технологія складена на підставі вивчення новітніх технологій та передового досвіду по ефективному використанні техніки на виконанні операцій при вирощуванні цибулі з врахуванням ґрунтових та природно-кліматичних умов в господарстві та наявної в нього техніки.

В науковій частині проведенні експериментальні дослідження впливу висоти скидання насіння в борозну, твердості ґрунту та вологості ґрунту на відбиття насіння цибулі від ґрунтової поверхні. Були розроблені програмам та методико проведення дослідів та складений план-матриця експерименту. Встановлено рівняння регресії та фактори, що мають найбільший вплив на відбиття насіння цибулі від ґрунтової поверхні.

Запропоновані в проєкті технологічні зміни дозволяють одержати мінімальну економію в розмірі більше ніж 1835 грн.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Технология производства продукции растениеводства/ Фирсов И.П., Соловьев А.М., Раскутин О.А. и др.; Под ред. И.П. Фирсова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 432 с.: ил.
2. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 2. Відкритий ґрунт. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2008 – 312 с.
3. <https://www.syngenta.ua/cibulya>
4. <https://www.agronom.com.ua/najbilshyj-vyrobnyk-tsybuli-v-ukrayini/>
5. Цибуля: прогресивні технології та нормативи витрат / [кол. авторів ; За ред. Д.І. Мазоренка і Г.Є.Мазнева]. – Харків: вид-во «Міськдрук», 2011. – 29 с.
6. Диденко И.Ф. Эксплуатация машинно–тракторного парка.– К.: Вища школа, 1977.– 392 с.
7. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно–тракторного парка.– М.: Колос, 1974.– 480 с.
8. Пособие по эксплуатации машинно–тракторного парка. Изд. 2–е, перераб. и доп.– М.: Колос, 1978.– 256 с.
9. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно–тракторного парка. Изд. 2–е, перераб. и доп.– М.: Колос, 1973.– 607 с.
10. Машиновикористання в землеробстві/ В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
11. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. –237 с.: іл.
12. Сеялки универсальные пневматические навесные УПС–8, УПС–12 и их модификации. Инструкция по эксплуатации. – Кировоград: ОАО "Красная звезда". –92 с.
13. <http://www.maternacc.it/products/pneumatic-vegetables-planters/>

					<i>МВЦ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

14. http://www.agro-sistema.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=54
15. https://www.maschio.com/catalog/product/olimpia/uk_UA
16. <https://sfoggia.com/ru/semina-di-precisione-2/calibra-evo/>
17. <https://www.monosem.ru/>
18. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. Пер. с англ. – М.: Мир, 1967. – 406 с.
19. Мельников С.В. Планирование экспериментов в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. – К.: Колос, 1972. – 200 с.
20. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 199 с.
21. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Статистика, 1977. – 200 с.
22. Тамразов А.М. Планирование и анализ регрессионных экспериментов в технологических исследованиях / А.М. Тамразов. – Киев: Наук. думка, 1987. – 176 с.
23. Куприенко Н.В. Статистика. Методы анализа распределений. Выборочное наблюдение. 3-е изд.: учеб. пособие / Н.В. Куприенко, О.А. Пономарева, Д. В. Тихонов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 138 с.
24. Підручник дослідника / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с. з іл.
25. STATISTICA®. Официальное руководство. В 3 т. – STATSOFT, 1995.
26. Боровиков В.П. STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. – М., 1998. – 592 с.
27. Боровиков В.П. Популярное введение в систему STATISTICA / В.П. Боровиков. – М., 1998. – 266 с.

- 28.Боровиков В.П. Прогнозирование в STATISTICA в среде Windows 95 / В.П. Боровиков, Г.И. Ивченко. – М., 1999. – 382 с.
- 29.Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов / В.П. Боровиков. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
- 30.Буреева Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП “STATISTICA” / Н.Н. Буреева. – Нижний Новгород, 2007, 112 с.
- 31.Боровиков В.Й. Вовк А.Н., Попов А.И. Безопасность труда в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1987.
- 32.Зорькин П.Г. Организация охраны труда в сельском хозяйстве. Под общей ред. В.Д. Груздова. –М., "Колос", 1976.
- 33.Козлов Л.И. Охрана труда в сельском хозяйстве. – Минск, "Урожай", 1972.
- 34.Лесенко Г.В. Техніка безпеки на механізованих роботах: Вид. 2–е, допов. перероб.– К.: "Урожай",1978.
- 35.ДСТУ 2189-93 ССБП. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки.– К: Держспоживстандарт України, 1993.– 21 с.

ДОДАТКИ

Технологічна карта

Культура – цибуля

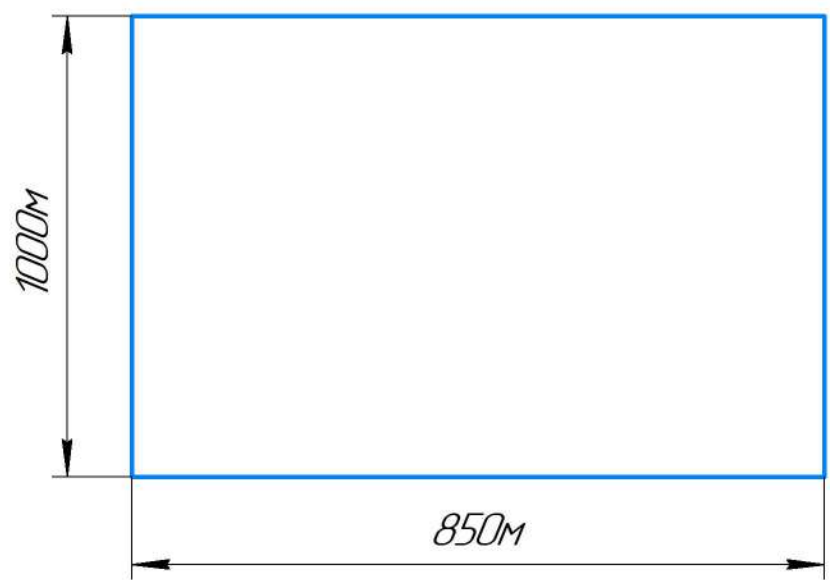
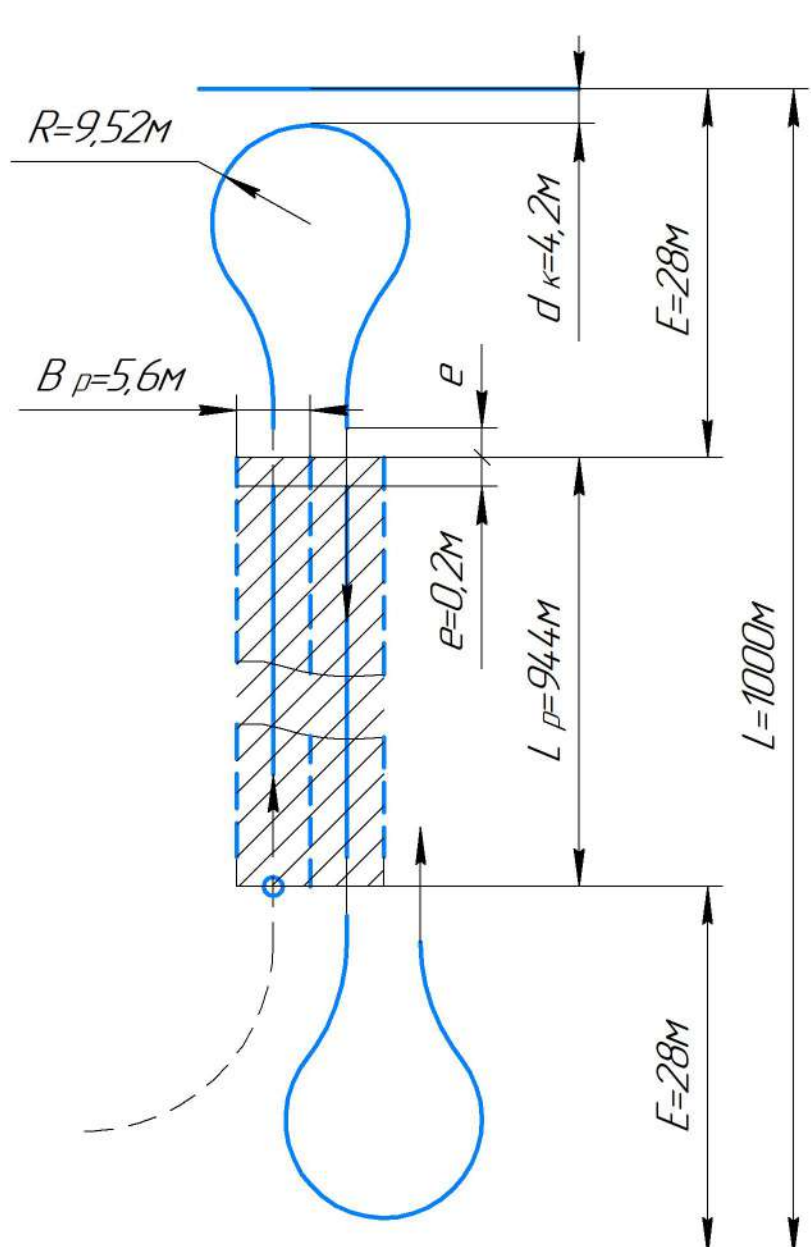
Площа – 100 га

Урожайність – 75 ц/га

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал				Змінна норма виробітку	Витрати праці, люд. год.
		трактор, комбайн	с.-г. машини, знаряддя	трактористи		робітники ручної праці			
				кількість	розряд	кількість	розряд		
Лущення стерні (дворазове)	200 га	T-150	ЛДГ-15	1	IV	–	–	50 га	28,0
Нарізання тимчасових зрошувальних каналів	10 км	T-150	KOP-500	1	IV	–	–	6,5 км	10,5
Провакаційний полив, 300 м ³	100 га	ДТ-75М	ДДН-100	1	IV	–	–	4,3 га	162,4
Зарівнювання тимчасових зрошувальних каналів	10 км	T-150	KOP-500	1	V	–	–	6,5 км	10,5
Оранка, 20–22 см	100 га	T-150	ПЛН 5–35	1	V	–	–	6,3 га	111,3
Планування поля	100 га	ДТ-75М	ПС-2,75	1	V	–	–	6,4 га	109,2
Нарізання тимчасових зрошувальних каналів	10 км	T-150	KOP-500	1	IV	–	–	6,5 км	10,5
Внесення мінеральних добрив	100 га	ЮМЗ-6	1-РМГ-4	1	IV	–	–	2,9 га	23,8
Оранка зябю, 27–30 см	100 га	T-150	ПЛН 5–35	1	IV	–	–	4,3 га	162,4
Нарізання тимчасових зрошувальних каналів	10 км	T-150	KOP-500	1	IV	–	–	6,5 км	10,5
Вологозарядний полив, 500 м ³	100 га	ДТ-75М	ДДН-100	1	IV	–	–	3,5 га	202,2
Зарівнювання тимчасових зрошувальних каналів	10 км	T-150	KOP-500	1	V	–	–	6,5 км	10,5
Культивація	100 га	T-150	КПС-4	1	III	1	III	28 га	74,9
Весняне боронування	100 га	ДТ-75	БЗСС-1,0	1	III	–	–	67 га	21,0
Прикочування ґрунту	100 га	ДТ-75	ЗКВГ-1,4	1	II			48,0 га	14,7
Посів	100га	МТЗ-80	УПС-8	1	III			26,45 га	13,5
Прикочування посівів	100 га	МТЗ-80	ЗКК-6А	1	III			62,0 га	11,2
Досходове боронування	100 га	ДТ-75	ЗБП-0,6	1	III	–	–	418 га	16,8
Підвезення води	40 т	МТЗ-80	ВР-3	1	II	–	–	9,7 т	28,84
Підвезення води для приготування розчину гербіцидів	40 т	МТЗ-80	ВР-3	1	II	–	–	9,7 т	28,84
Приготування робочого розчину	40 т	вручну	–	–	–	III	4,69	23,31	
Обробіток посівів гербіцидами	100 га	МТЗ-80	ОВТ-1	1	III	–	–	23 га	30,45
Боронування сходів	100 га	ДТ-75	БЗСС-1,0	1	III	–	–	40 га	17,50
Нарізання тимчасових зрошувальних каналів	10 км	T-150	KOP-500	1	IV	–	–	6,5 км	10,5
Вегетаційний полив по 400 м ³	100 га	ДТ-75М	ДДН-100	1	IV	–	–	3,9 га	1076,6
Підвезення води	40 т	МТЗ-80	ВР-3	1	II	–	–	9,7 т	28,84
Підвезення води для приготування розчину гербіцидів	40 т	МТЗ-80	ВР-3	1	II	–	–	9,7 т	28,84
Приготування робочого розчину	40 т	вручну	–	–	–	III	4,69	23,31	
Обробіток посівів гербіцидами	100 га	МТЗ-80	ОВТ-1	1	III	–	–	23 га	30,45
Міжрядний обробіток	100 га	МТЗ-80	КРН-5,6	1	IV	–	–	21,3	32,86
Вегетаційний полив по 400 м ³	100 га	ДТ-75М		ДДН-100	1	4,85	–	–	3,9 га
Зарівнювання тимчасових зрошувальних каналів	10 км	T-150	KOP-500	1	V	–	–	6,5 км	10,5
Збирання урожаю	95 га	NETAGKO AVR 220B		1	V	–	–	11,6 га	57,33
Транспортування до 10 км	380 т	автомобілі		–	–	–	–	–	–

						МВЦ 00. 001 Т4			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технологічна карта	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.		Пятяницкий						-	-
Проб.		Мороз							
Уконтр.						Лист	Листов		
Исполн.		Окулов			-	ЦНТУ зр. АІ-19М-14			
Утв.		Сверень							

*Операційно-технологічна карта
на посів цибулі*

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 85 га; довжина гонів – 1000 м; величина підйому – 3°; глибина загортання насіння – 5–7 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини – ± 1 см; відхилення від заданої норми висіву насіння – $\pm 3\%$; нерівномірність висіву між окремими апаратами не більше $\pm 3\%$; відхилення ширини стикових міжрядь для суміжних проходів – не більше ± 5 см, для суміжних сівалок – не більше ± 2 см.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор МТЗ-80, сівалка УПС-8; робоча ширина захвату – 5,6 м; мінімальний радіус повороту – 9,52 м; кінематична довжина агрегату – 2,04 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і сівалки. 2. Перевірити робочі поверхні сівалки, відрегулювати довжину маркерів. 3. Відрегулювати сівалку на задані норми висіву насіння та туків і глибини їх загортання.	
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 28 м; оптимальна ширина заїмки – 84 м; кількість заїмок – 10 (9 шириною 84 м; 1 – шириною 94 м).	Схема руху одного циклу 
Спосіб руху	Спосіб руху – гонівий човником	
Швидкість руху	Робоча передача – 4; враховуючи буксування, робоча швидкість – $V_p = 7,37$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 18,37 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,01 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 26,75 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 26,5 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 4,97 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 131,52 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Виконати 2–3 рази за зміну контроль норми висіву насіння. Відхилення від норми висіву не повинно перевищувати $\pm 3\%$. 2. Не менше 10 разів перевірити глибину загортання насіння. Відхилення не повинно перевищувати ± 1 см. 3. Нерівномірність висіву між окремими апаратами не повинна перевищувати $\pm 3\%$. 4. Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати: для суміжних проходів – ± 5 см, для суміжних сівалок – ± 2 см.	

						МВЦ ОО. 002 ТЧ		
					Операційно-технологічна карта на посів цибулі	Лист	Макс	Машином
Ізв.	Авт.	№ докум.	Посіб.	Дата			-	-
Розробл.	Готиницький							
Пробл.	Маркоз							
Техолгр.						Лист	Листоаб	
Нкомпр.	Осинов					ЦИТУ		
Учнів.	Сворень				-	ар. АІ-19М-14		

Кодування факторів

Фактор	Натуральне позначення	Кодове позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				натуральні			кодові		
				верхні	нульові	нижні	верхні	нульові	нижні
Висота скидання насіння, см	$h_{ск}$	x_1	30	75	45	15	+1	0	-1
Вологість грунту, %	W	x_2	4	22	18	14	+1	0	-1
Твердість грунту, МПа	T	x_3	1	2,2	1,2	0,2	+1	0	-1

Умови проведення та результати дослідів

Рандомізація	Номер досліджу	Значення кодових факторів			Середньо-арифметичне значення Y_i , см
		x_1	x_2	x_3	
5	1	-1	-1	-1	0,8
2	2	+1	-1	-1	3,0
7	3	-1	+1	-1	0,1
1	4	+1	+1	-1	1,7
4	5	-1	-1	+1	3,8
6	6	+1	-1	+1	6,3
8	7	-1	+1	+1	2,4
3	8	+1	+1	+1	4,7

Рівняння регресії

$$y = 2,85 + 1,075x_1 - 0,325x_2 + 1,45x_3 - 0,1x_1x_2 + 0,125x_1x_3 - 0,125x_2x_3 - 0,05x_1x_2x_3$$

						МВЦ 00. 002 НЧ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Результаты багатофакторного эксперименту	Лист	Макс.	Минимум
Разработ.		Григорьевский Мороз					—	—
Провер.						Лист	Листов	1
Утвержд.					—	ЦНТУ зр. АІ-19М-14		

ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ

МВЦ 00. 003 НЧ

Перевірка математичної моделі на відтворюваність за критерієм Кохрена

$G=0,2549 \leq G(0,05; 8; 2)=0,5157$

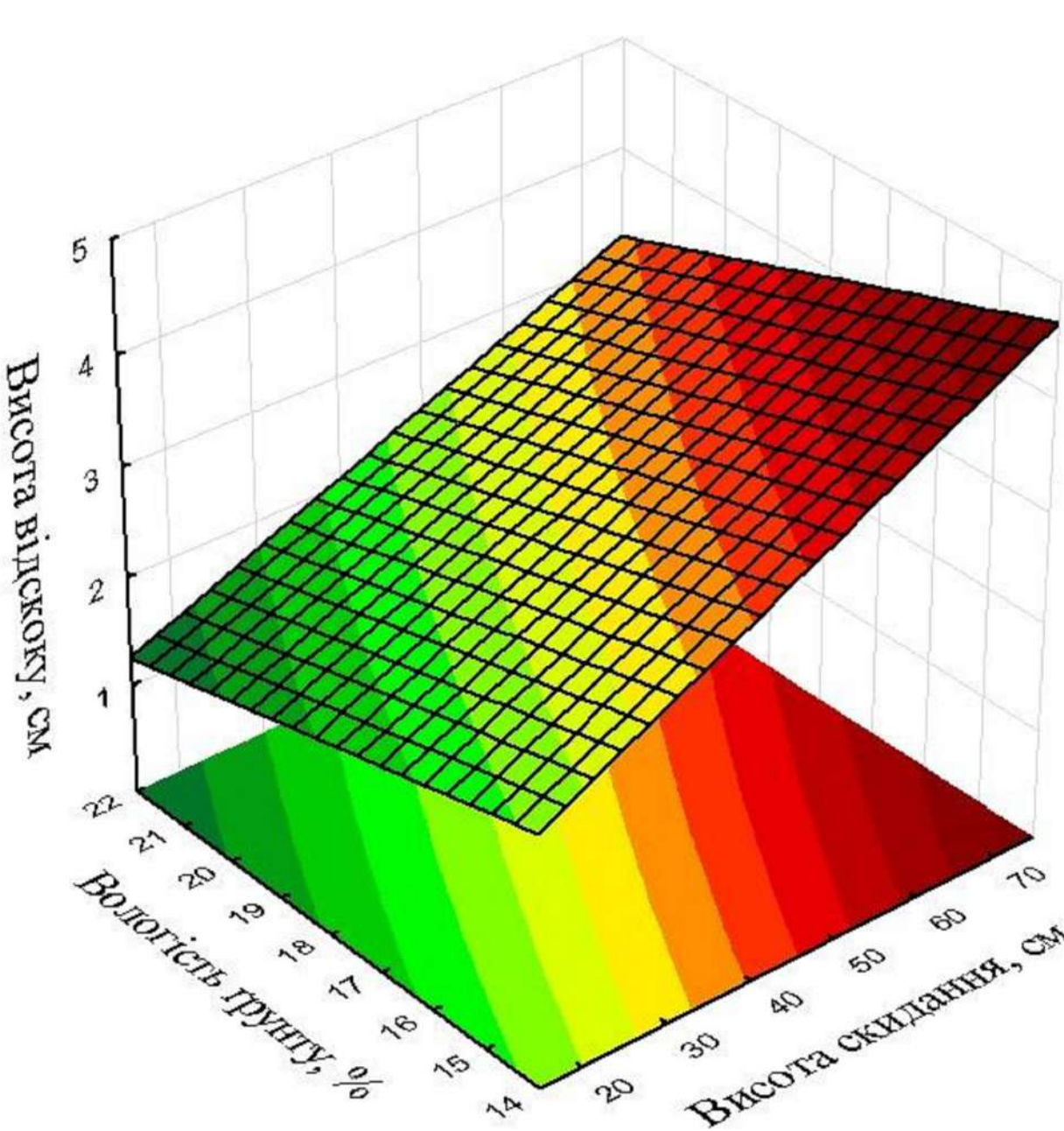
Перевірка математичної моделі на адекватність за критерієм Фішера

$F^P=0,9020 \leq F(0,05; 8; 16)=2,5957$

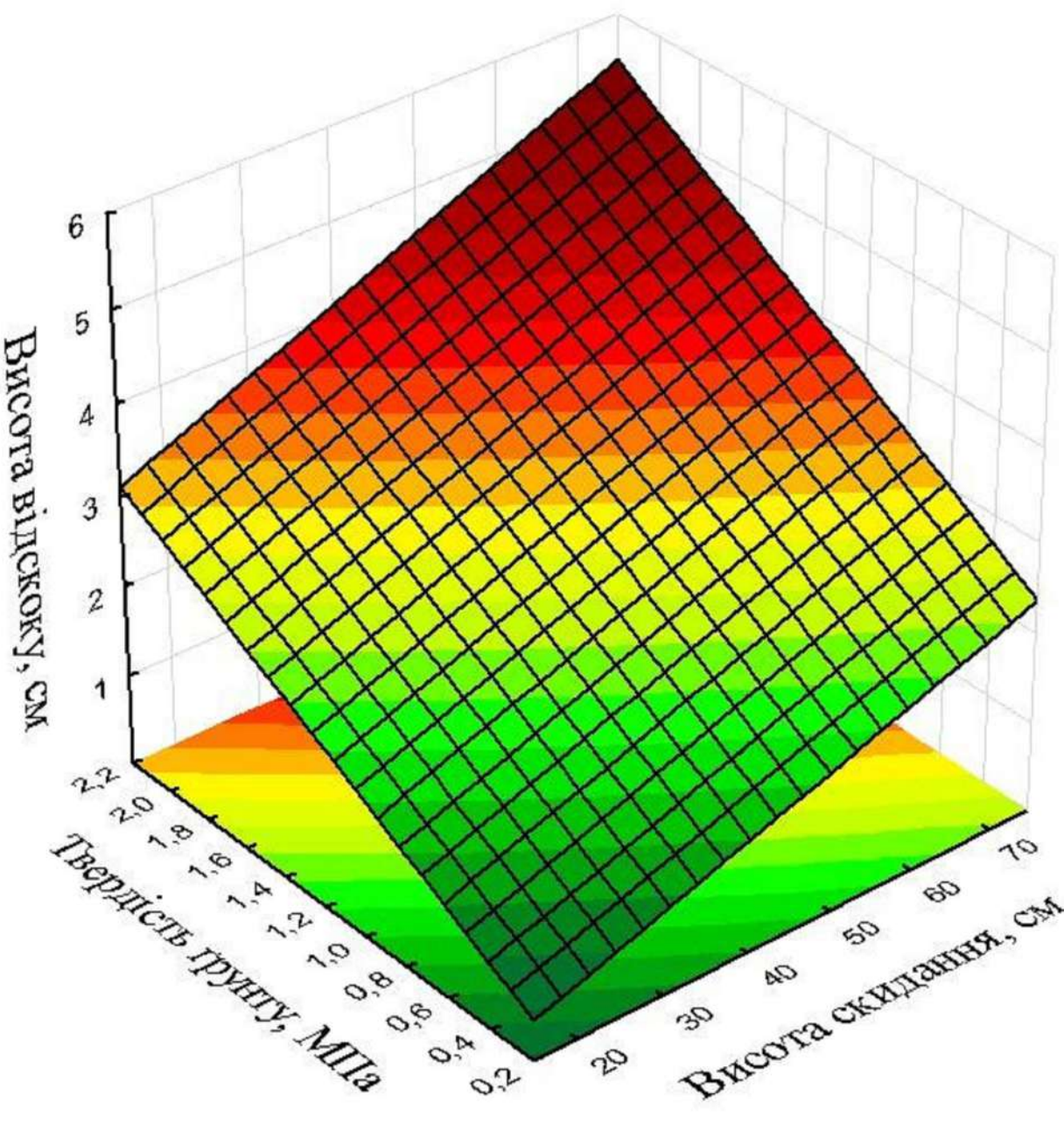
Визначення значущості коефіцієнтів регресії за критерієм Стюдента

$\Delta b_a=0,187$

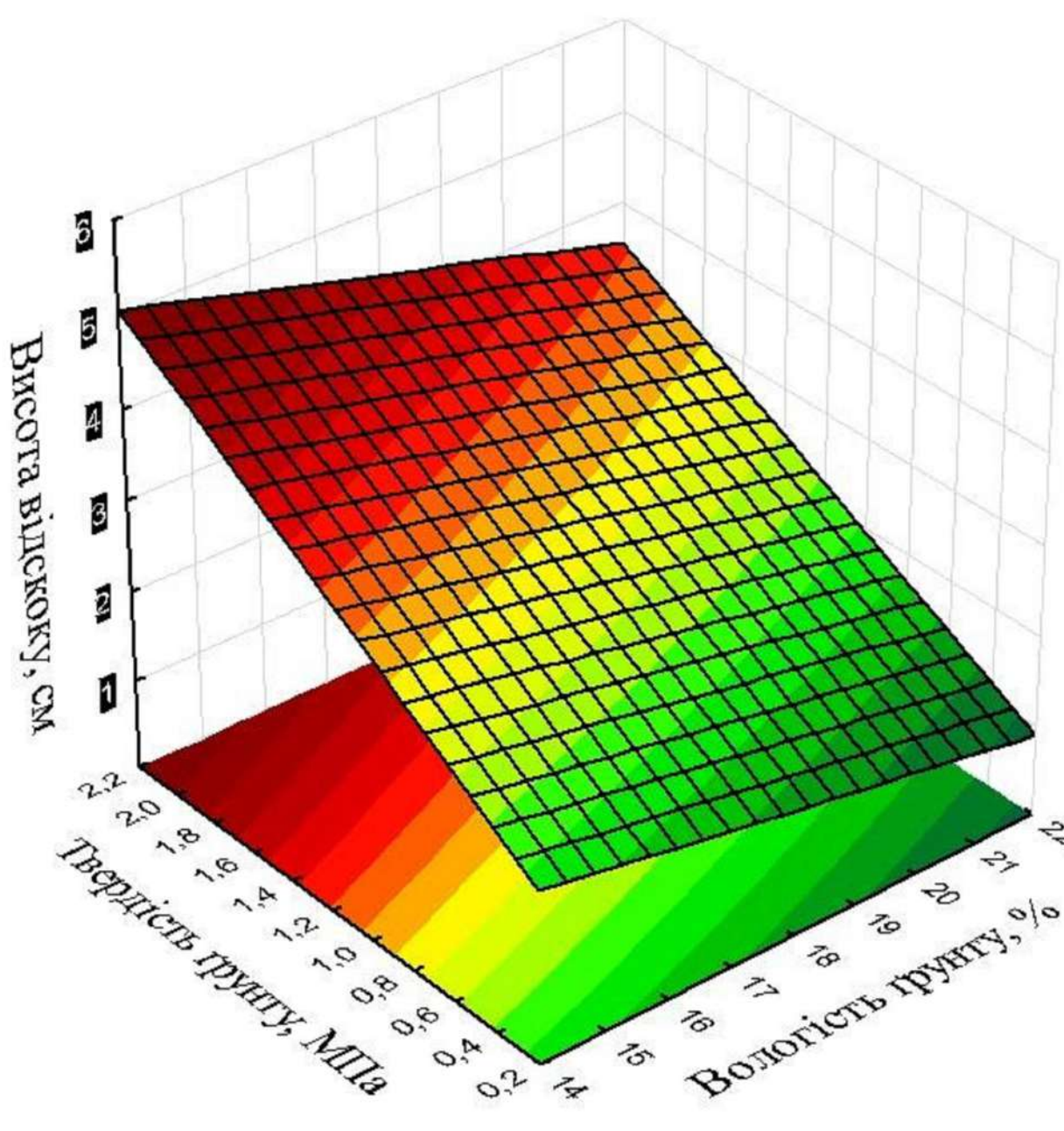
Поверхні відгуку та графіки ліній рівного виходу



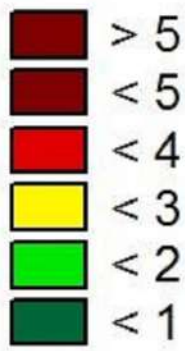
$Y=f(x_1;x_2)$



$Y=f(x_1;x_3)$

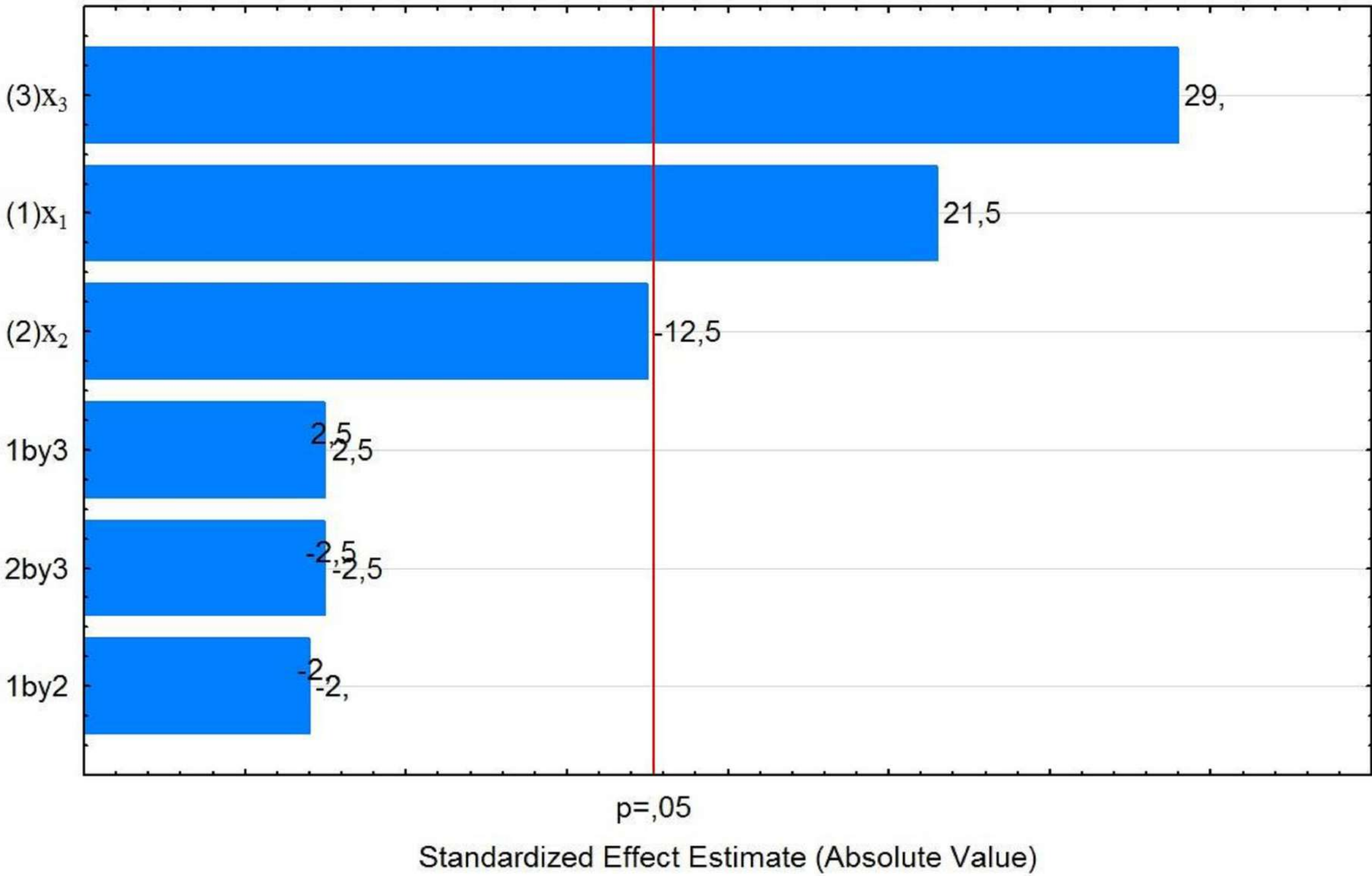


$Y=f(x_2;x_3)$

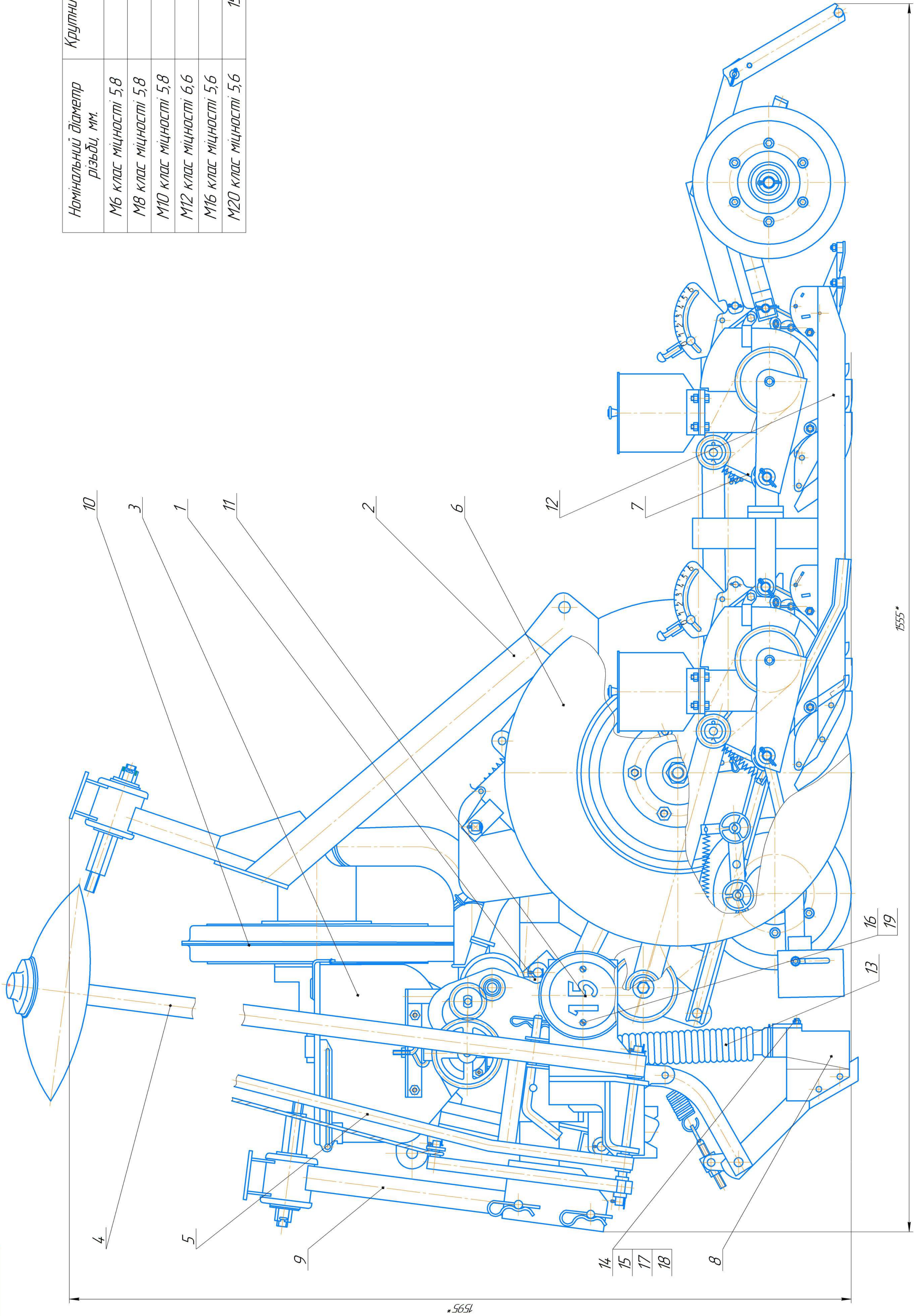


Парето-карта

Pareto Chart of Standardized Effects; Variable: Y
2**(3-0) design; MS Residual=,02
DV: Y



				МВЦ 00. 003 НЧ		
Ім'я	Лист	№ док.	Підп.	Обробка результатів експерименту		
Розроб.	Пятницький					
Проб.	Мороз					
І.контр.						
І.контр.	Осипов					
Уліб.	Свіреня					
				Лист		
				Листов		
				1		
				ЦНТУ		
				гр. АІ-19М-14		
				Формат А1		



Таблиця 1

Номинальний діаметр різьби, мм.	Крутний момент затягування, Н*м (кгс/м)
M6 клас міцності 5,8	5...6 [0,5...0,6]
M8 клас міцності 5,8	13...16 [1,3...1,6]
M10 клас міцності 5,8	24...30 [2,4...3,0]
M12 клас міцності 6,6	32...40 [3,2...4,0]
M16 клас міцності 5,6	75...95 [7,5...9,5]
M20 клас міцності 5,6	150...190 [15,0...19,0]

1. Крутний момент затягування кріпильних виробів повинен відповідати табл.1
2. Невказані граничні відхилення розмірів по ГОСТ 234.209-82

УПС 00. 00. 00. 00 СБ									
Сівалка універсальна пневмомеханічна УПС-8		Лист		Маса		Масштаб			
		1260		12,5		1			
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	
		Лист		Лист		Лист		Лист	

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			УПС 8. 00. 000 СБ	Складальне креслення		
					Сборочные единицы		
			1	Н130. 02. 000	Маркер лівий	1	
			2	УПС 8. 010	Рама	1	
			3	УПС 8. 020	Опора права	1	
			4	УПС 8. 030	Апарат туковисівний	4	
			5	УПС 8. 040	Маркер правий	1	
			6	УПС 8. 050	Колесо	2	
			7	УПС 8. 060	Секція посівна	8	
			8	УПС 8. 070	Сошник туковий	8	
			9	УПС 8. 080	Опора ліва	1	
			10	УПС 8. 090	Вентилятор	1	
			11	УПС 8. 100	Світловідбивач	1	
			12	УПС 8. 110	Рамка	2	
					Детали		
	Подп. и дата			13	Н 110. 201	Тукопровід	8
					Стандартные изделия		
			14		Болт М8-6dх25.58.019	12	
			15		ГОСТ 7796-70		
			16				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	УПС 00. 000	
	Разраб.	П'ятницький				Лит.	Лист
	Пров.	Мороз					1
	Н.контр.	Осипов				ЦНТУ	
	Утв.	Свірень				зр. АІ-19М-1,4	
Сівалка універсальна пневматична УПС-8						А4	

[illegible]

УПС 00. 000