

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерно-технологічний  
Кафедра агроінжинірингу

До захисту  
Допускається  
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів кукурудзи на зерно в умовах ФГ «Світанок» Охтирського району Сумської області»

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Колісник О.П.

(Прізвище, ініціали)

Група:

\_\_\_\_\_ АІ 2101 – 2ст.

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Соколік С.П.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

## АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка містить в собі 38 аркушів, 9 – таблиць, 22 – використаних джерел літератури, і 5 – графічних аркушів.

Ключові слова: КУКУРУДЗА НА ЗЕРНО, МАШИНОВИКОРИСТАННЯ, АГРЕГАТ, УМОВИ ПРАЦІ, МАШИНОТРАКТОРНИЙ ПАРК, ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ, ТЕХНОЛОГІЯ.

В кваліфікаційній роботі наведена характеристика господарства: ґрунтово-кліматичні умови, структура вирощувальних культур, використання техніки.

При вирощуванні кукурудзи по інтенсивній технології розроблений комплекс заходів по передпосівному обробітку ґрунту, визначений кількісний і якісний склад технічних засобів при вирощуванні культури.

Розрахований економічний аналіз ефективної технології.

## ЗМІСТ

Вступ	6
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	7
1.1. Розташування та напрямок	7
1.2. Землекористування та структура посівних площ	7
1.3. Характеристика тваринництва в господарстві	8
1.4. Склад і використання МТП господарства	10
1.5. Висновки і задачі дипломного проектування	13
2. ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО	14
2.1. Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно	14
2.2. Характер і аналіз експлуатаційних властивостей машинних агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту	16
2.3. Теоретичні передумови обґрунтування вибору машинних агрегатів для проведення передпосівної культивуації	18
3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	25
3.1. Необхідність застосування пристрою	25
3.2. Будова і робота пристрою	25
3.3. Інженерні розрахунки.	27
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	32
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36

## ВСТУП

В основі сучасних методів виробництва рослинницької продукції лежать інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур.

Інтенсивні технології передбачають такі комплекси технологічних заходів, які дають змогу максимально реалізувати генетичний потенціал сорту і одержати врожайність вищу від забезпеченої природними біокліматичними потенціалами місцевості. В основі таких технологій лежить принцип оптимізації умов вирощування на всіх етапах росту і розвитку рослин.

Будь-яка технологія повинна забезпечена відповідними технічними засобами. без технічного забезпечення технологія не може бути використана, тому забезпечення прогресивної технології засобами являється головним завданням на практиці.

Найкращі результати будуть одержані при використанні відповідної технології, тільки при забезпеченні її оптимальними наборами засобами механізації. Засоби механізації повинні бути оптимізовані на кожній технологічній операції, тоді ця операція буде виконана в найкращі строки, високоякісно і з мінімальними витратами праці і ресурсів, тобто буде забезпечена мінімальна собівартість виробництва відповідної продукції з одночасним її підвищенням якості продукції.

В даній роботі опрацьований оптимальний набір засобів механізації і їх раціональне використання при застосуванні інтенсивної технології вирощування кукурудзи.



# 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

## 1.1. Розташування та напрямок

ФГ «Світанок» є агропідприємством яке спеціалізується на вирощуванні зернових, зернобобових та технічних культур. Його землі знаходяться в Охтирському районі на відстані 15 км від м.Охтирка. Оброблювані підприємством ґрунти мають високу природну родючість, добре забезпечені поживними речовинами – азотом, калієм, фосфором. Товщина гумусового горизонту коливається від 20 до 50 см. Зміст гумусу коливається до 40%. Подібні якості зумовлюють придатність ґрунту для успішного ведення діяльності.

Рослинний покрив характерний для лісостепової зони півночі. За рельєфом територія господарства є розчленованою рівниною, пересіченою луками, ярами і струмками. Поля в основному середньоскладної конфігурації, що ускладнює їхню обробіток. Нахил місцевості від 1 до 5 градусів.

## 1.2. Землекористування та структура посівних площ

Залежно від стану і напрямку сільськогосподарського використання, земельна площа поділяється за видами угідь. Структура земельних ресурсів ФГ «Світанок» відображена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Структура земельних площ

Найменування та вид використання землі	Площа, га
Загальна площа	602
Сільськогосподарські угіддя, в тому числі	602
Рілля	556
Ставки і водоймища	10
Площа лісу	36

Співвідношення зайнятих під кожен культуру площ і врожайність основних агрокультур за останній період приведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Структура посівних площ і врожайність основних с – г культур.

Культури	2021 рік		2022 рік		2023 рік	
	Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га
Пшениця озима	120	43,0	130	42,1	100	40,0
Овес	50	46,4	35	38,1	40	36,9
Кукурудза на зерно	200	44,7	200	82,7	240	47,9
Соняшник	100	19,0	90	18,4	120	19,2
Соя	100	25,0	90	24,0	56	25,6

### 1.3. Склад і використання МТП господарства

Основним завданням у розвитку рослинництва у господарстві є збільшення виробництва продукції. Для виконання робіт на підприємстві є комплекс енергетичних засобів та агромашин. Машинно-тракторний парк загалом забезпечує виконання робіт з обробітку та збирання зернових та технічних культур. Його структура приведена в таблиці 1.3, агромашини для рослинництва в таблиці 1.4, наявні автомобілі- в таблиці 1.5.

Таблиця 1.3.

Склад тракторного парку

Марка тракторів	Кількість, шт.
ХТЗ – 17221	1
МТЗ – 82	2

John Deere 6135B	1
МТЗ – 1025	1
Всього	5

Таблиця 1.4

## Наявність агромашин в ФГ «Світанок»»

Назва	Марка	Кількість
Зернозбиральні комбайни	«Полесьє-1218»	1
Плуги	ПЛН – 3 – 35	1
	ПЛН – 4 – 35	1
	ПО-5	2
Культиватори	КПС – 8	1
	КПС – 4	2
	УСМК – 5,4	1
	Плоскоріз КПГ	2
	КПЧС-4	3
	КРН - 4,2	1
Розкидачі добрив	МВУ-0,5	1
	МВУ-5	1
	ПРПВ-5,5	1
	РОУ – 6	1
	ПРТ – 10	2
Обприскувачі	ОПВ – 2000	1
Посівні машини	СЗ – 3,6	1
	СЗ – 5,4	2
	УПС – 8	1
Причепи	2ПТС – 4	2
	ПТС – 9	2
	ПТС - 4	3
Зчіпки	СП-11, СП16	4

Таблиця 1.5

## Наявність автомашин в ФГ «Світанок»»



Марка автомашин	Потужність двигуна, кВт	Кількість автомашин, шт.	Сумарна потужність в кВт
КАМАЗ – 53120	210	2	420
ГАЗ 33021 Газель	90	1	90
Mitsubishi galant	90	1	90
Всього		4	600

## 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕДПОСІВНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ ДЛЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

### 2.1. Особливості вирощування кукурудзи на зерно.

Кукурудза — теплолюбна рослина, висока вимогливість до температури якої проявляється вже в період сівби. Проростання відбувається при температурі ґрунту 8-10°C, при більш низькій температурі насіння може загнити.

Ріст кукурудзи сповільнюється при 4-5 °C, і якщо ці температури тримаються довше, рослини гинуть. Пізні весняні заморозки вражають листя, а при температурі -4°C приблизно через 2-4 години може загинути вся рослина. У травні місяць температура не повинна бути нижче 13°C, а в червні, липні та серпні — не нижче 18°C.

Надзвичайно відповідальним періодом у розвитку кукурудзи є цвітіння. Оптимальна температура в цій фазі 25-28°C. Високі температури призводять до розбіжності зовнішнього вигляду волоті і качана. Температура вище 30-35°C у поєднанні з низькою атмосферною вологістю знижує життєздатність пилку, який втрачає здатність до проростання.

Від цвітіння до дозрівання оптимальна температура для росту і розвитку кукурудзи 22-23°C. При температурі нижче 14°C тривалість окремих фаз подовжується. Великі добові амплітуди температур (від 30°C до 10°C) порушують накопичення поживних речовин у зерні і воно стає зморшкуватим.

Необхідна активна біологічна температура для дозрівання ранніх гібридів близько 2200°C, середньоранніх 2500°C, середньопізніх 2700°C і пізніх до 3200°C.

Насіння є першою і найважливішою умовою досягнення максимального врожаю у виробництві зерна. Для забезпечення успішного розвитку кожної рослини насіння має бути сертифіковане (першого сортування, каліброване, вільне від патогенів тощо).

Відповідно до стандартів ЄС, для сертифікації даного гібрида кукурудзи чистота насіння повинна бути не нижче 98%, а схожість — не менше 90%. За бажанням фермера обробити фунгіцидом та інсектицидом.

Щоб розпочати посів кукурудзи, температура ґрунту на глибині 10 см має постійно досягати 8-10°C. Для ґрунтово-кліматичних умов Болгарії посів потрібно проводити в період з 5 квітня по 5-10 травня. Посів раніше або пізніше цього терміну призводить до зниження результатів.

Рання сівба забезпечує необхідну вологу для проростання культури, але також пов'язана з ризиком того, що температура ґрунту опуститься нижче 10°C і насіння уповільнить свій розвиток або навіть загине. При пізній сівбі можливе пересихання ґрунту і недостатність необхідної для проростання насіння вологи.

Оптимальна густина посіву кукурудзи залежить від обраного гібрида, типу ґрунту та технології вирощування (обробіток, поливні чи неполивні умови, міжряддя та міжряддя тощо).

Рекомендована густина посіву залежно від стиглості гібрида в умовах без зрошення така:

Ранні гібриди – 6500 – 7000 рослин/га

Середньоранні гібриди – 6000 – 6500 рослин/га

Пізні гібриди – 5500 – 6000 рослин/га.

У випадках вирощування кукурудзи в умовах зрошення рекомендовану густоту збільшують на 1000-2000 рослин на гектар залежно від групи стиглості, типу зрошення та інтенсивності вирощування.

Ширина міжрядь при сівбі кукурудзи найчастіше становить 70 см. Збільшення ширини міжрядь в незрошуваних умовах вирощування до 90 см при збереженні кількості рослин на гектарі не призводить до зміни врожайності.

Глибина посіву повинна становити 6-8 см. Це в основному залежить від структури ґрунту і вологості на момент посіву. У важких ґрунтах з глинистою структурою глибину посіву також визначають до 4-6 см. Він не повинен перевищувати в сантиметрах діаметр насіння в міліметрах.

Посів проводиться точними сівалками для траншейних культур. Починати треба з ранніх гібридів, з полів з легким типом ґрунту, які швидше висихають, і закінчувати пізніми гібридами.

Вибір норми висіву залежить від стиглості гібрида, схожості насіння, вологості та обробітку ґрунту, режиму вирощування (поливний чи неполивний) тощо. У разі посушливої весни, пізньої сівби або полів із заляганням ґрунтових вод норму висіву необхідно збільшити на 10%.

Нерівномірне сходження кукурудзи є поширеною проблемою, яка може призвести до зниження врожаю. Нижче представлені найпоширеніші причини його появи.

Сухий ґрунт під час посіву – ще один фактор, який може спричинити нерівномірне проростання. Кукурудза, посіяна в таких умовах, починає свій розвиток після першого дощу, що іноді може означати кілька тижнів пізніше. В результаті на одному полі ми можемо зустріти рослини в різні фази їх вегетації.

Перепади температури ґрунту також спричиняють нерівномірність сходів кукурудзи. Вони можуть бути пов'язані з наявністю кількох різних типів ґрунту на одному полі, нерівномірним обробітком ґрунту, наявністю рослинних решток тощо. Особливо важливо враховувати ці фактори при більш ранньому посіві, тоді необхідно уникати потрапляння насіння на більшу глибину, що призведе до затримки їх проростання і навіть загнивання.

Інші фактори. Нерівномірне проростання кукурудзи може спостерігатися також внаслідок гербіцидів, наявності збудників хвороб і ворогів, ущільненого ґрунту тощо.

Важливо знати, що дуже часто ступінь нерівномірності проростання буває різною, як для окремих блоків, так і для окремих ділянок одного поля.

З'ясувати відсоток пізніх рослин та їх стадію розвитку для оцінки потенціалу врожайності культури. У випадках, коли 50% рослин на полі зійшли через три або більше тижнів, пересів може бути альтернативою для найбільш раціонального використання поля.

## 2.2 Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічної операції "культивация"

Задача вибору раціонального складу МТА є багатоваріантною. Із числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформувані вихідну множини альтернативних варіантів, які, в свою чергу, оцінюються відповідною множиною критеріїв.

При обґрунтуванні множини критеріїв важливо уникати наявності в одному наборі величин із тісними функціональними чи кореляційними зв'язками, тобто – взаємозалежних критеріїв.

Багатокритеріальну оцінку варіантів доцільно здійснювати по методу Парето. Суть методу полягає у виявленні варіантів, які домінують над іншими за прийнятими критеріями.

### Послідовність виконання завдання:

Вибрати кращий склад агрегату із декількох запропонованих варіантів (не менше трьох), які придатні для виконання технологічної операції в роботі, за такими критеріями: продуктивність  $W$ , питомі витрати палива на заданих умовах одиницю обсягу роботи  $g_{ca}$ , затрати сукупної енергії  $E_{ин}$  і собівартість години роботи технічного засобу  $C_{mз}$ .

Для цього, запропоновані варіанти технічних засобів і їх параметри, які вибираємо із довідкової літератури [2,3], заносимо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Технічні характеристики агрегатів.

(№ варіанту)	Потужність двигуна $N_{ен}$ , кВт	Маса технічного засобу, кг			Продуктивність за годину основного часу $W_o$ , га/год	Питомі витрати палива $g_{en}$ , г/кВт год
		Трактора	с - г машини	самохідного агрегату		
1. МТЗ-82+КПС-4	66	3800	2000		4	220
2. ХТЗ-17121+КПС-8	121,4	8200	4330		8	240

Продуктивність технічного засобу, га/год:

$$W_{z.зм} = W_o \cdot \tau_{зм} ; \quad (2.1)$$

$$W_{z.зм1} = 4 \cdot 0,76 = 3,04;$$

$$W_{z.зм2} = 8 \cdot 0,76 = 6,08;$$

де:  $W_o$  – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 2.1);

$t_{zm}$  – коефіцієнт використання часу зміни [3],  $t_{zm} = 0,76$

Витрати палива на один гектар при номінальному завантаженні двигуна технічного засобу, кг/га:

$$g_{za} = \frac{10^{-3} N_{en} \cdot g_{en}}{W_{z.zm}}; \quad (2.2)$$

$$g_{za1} = 0,066 \cdot 220/3,04 = 4,78;$$

$$g_{za2} = 0,1214 \cdot 240/6,08 = 4,79;$$

де:  $N_{en}$  – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 2.1);

$g_{en}$  – питомі витрати палива двигуна, г/кВт·год [табл.2.1].

Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{un} = \alpha_n g_{za} + \sum_m \alpha_{mi} g_{mi} + \frac{\alpha_{mp} M_{mp} + \sum_n \alpha_{np} M_{np} + \sum_k \alpha_p M_p + \sum_j \alpha_i N_i}{W_{z.zm}} \quad (1.3)$$

де:  $a_n$  – енергетичні еквіваленти витраченого палива, МДж/кг; [3, табл. 6.9];

$$a_{n1} = 52,8$$

$$a_{n2} = 52,8$$

$$a_{n3} = 0$$

$g_{za}$  – витрати палива на одиницю роботи, кг/га (результати розрахунків формули 1.2);

$\alpha_{mi}$  – енергетичні еквіваленти технологічних матеріалів, МДж/одиницю виміру. [3, табл. 6.9];

$$\alpha_{mi1} = 0$$

$$\alpha_{mi2} = 0$$

$g_{mi}$  – витрати технологічних матеріалів, кг/одиницю роботи (із завдання по конкретній операції);

$$g_{mi1} = 0$$

$$g_{mi2} = 0$$

$a_{mp}$ ,  $a_{pm}$  – енергетичні еквіваленти години роботи трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, МДж/кг × год;

$$a_{mp1} = 0,0243$$

$$a_{mp2} = 0,0243$$

$$a_{pm1} = 0,051 \quad a_{pm2} = 0,051$$

$M_{mp}, M_p$  – маса трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, кг; (табл.2.1);

$$M_{mp1} = 3800 \quad M_{mp2} = 8200$$

$$M_{p1} = 2000 \quad M_{p2} = 4330$$

$a_i$  – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/людгод; [3, табл. 6.8];

$$a_i = \begin{array}{ll} 60,8 & \text{тракториста,} \\ 0,0 & \text{підсобного працівника.} \end{array}$$

$N_i$  – кількість працюючих  $i$ -тої категорії, люд. (згідно з умовами використання МТА).

$$N_i = 1$$

$$E_{m1} = (52,8*4,78+0*0)+((0,0243*3800+0,051*2000+(60,8+0*1))/3,04) = 336,12;$$

$$E_{m2} = (52,8*4,79+0*0)+((0,0243*8200+0,051*4330+(60,8+0*1))/6,08) = 332,12;$$

Собівартість години роботи технічного засобу, грн./год:

$$C_{mз} = A + K + Z_{\bar{o}} + П + C_m + Z_n + B_n + B_m + B_{mo}; \quad (1.4)$$

де:  $A$  – амортизаційні відрахування, грн./год;

$K$  – витрати на погашення кредиту, грн./год;

$Z_{\bar{o}}$  – витрати на зберігання технічних засобів, грн./год;

$П$  – податок на технічні енергетичні засоби, грн./год;

$C_m$  – страхові внески, грн./год;

$Z_n$  – витрати на оплату праці персоналу, грн./год;

$B_n$  – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год;

$B_m$  – вартість технологічних матеріалів, грн./год;

$B_{mo}$  – вартість технічного обслуговування, грн./год.

Амортизаційні відрахування, грн./год

(визначаються окремо для трактора і для робочої машини)

$$A = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)}{T_p \cdot T_z} \quad (1.5)$$

де:  $\Pi_n$  – вартість нового технічного засобу, грн. [3, табл. 6.7];

Таблиця 2.2. Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин.

Марка трактору	МТЗ-82	ХТЗ-
Вартість, грн.	800000	1950000
Марка с-г машини	КПС-4	КПС-8
Вартість, грн.	250000	495000

$\Pi_k$  – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн.

$$\Pi_k = \Pi_{мб} \cdot M_{мз}; \quad (2.6)$$

$$\Pi_{км1} = 6 \cdot 3800 = 22800;$$

$$\Pi_{км2} = 6 \cdot 8200 = 49200;$$

$$\Pi_{кс-21} = 6 \cdot 2000 = 12000;$$

$$\Pi_{кс-22} = 6 \cdot 4330 = 25980;$$

де:  $\Pi_{мб}$  – вартість металобрухту,  $\Pi_{мб} = 6,0$

$M_{мз}$  – маса технічного засобу, кг (табл. 2.1),

$T_p$  – строк служби трактору, роки;

$$T_{p1} = 10$$

$$T_{p2} = 10$$

$T_{с.г.м}$  – строк служби с.г. машини, роки;

$$T_{с.г.м1} = 5$$

$$T_{с.г.м2} = 5$$

$T_z$  – нормативне завантаження технічного засобу на протязі року, год. [3 табл. 6.7],

$$T_{з.мп1} = 1600$$

$$T_{з.мп2} = 1600$$

$$T_{з.мп3} = 0$$

$$T_{з.сгм1} = 230$$

$$T_{з.сгм2} = 230$$

$$T_{з.сгм3} = 0$$

$$A_{мп1} = (800000 - 22800) / (10 \cdot 1600) = 48,58;$$

$$A_{мп2} = (1950000 - 49200) / (10 \cdot 1600) = 118,8;$$



$$A_{c2m1} = (250000-12000)/(5*230)=207;$$

$$A_{c2m2} = (495000-25980)/(5*230)=407,8;$$

$$A_{azp1} = 48,58+207=255,5;$$

$$A_{azp2} = 118,8+407,8=526,6;$$

Витрати на погашення кредиту, грн./год.  
(визначаються окремо для трактора і робочої машини )

$$K = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)k}{2T_p \cdot T_3} \quad (2.7)$$

де  $k$  – доля відрахувань на погашення кредиту ( $k = 0,27...0,30$ );  $\kappa = 0,30$

$$K_{mp1} = ((800000-22800)*0,3)/(2*10*1600)=7,29;$$

$$K_{mp2} = ((1950000-49200)*0,3)/(2*10*1600)=17,82;$$

$$K_{c2m1} = ((250000-12000)*0,3)/(2*5*230)=31,04;$$

$$K_{c2m2} = ((495000-25980)*0,3)/(2*5*230)=61,18;$$

$$K_1 = 7,29+31,04=38,33;$$

$$K_2 = 17,82+61,18=79;$$

Витрати на зберігання технічних засобів, грн./год.  
(визначаються окремо для трактора і робочої машини )

$$z_{\sigma} = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)a}{T_p \cdot T_3} \quad (2.8)$$

де:  $a$  – доля вартості технічних засобів, яка витрачається на організацію зберігання ( $a = 0,01$ ).

$$z_{\sigma,mp1} = ((800000-22800)*0,01)/(10*1600)=0,486;$$

$$z_{\sigma,mp2} = ((1950000-49200)*0,01)/(10*1600)=1,188;$$

$$z_{\sigma,c2m1} = ((250000-12000)*0,01)/(5*230)=2,07;$$

$$z_{\sigma,c2m2} = ((495000-25980)*0,01)/(5*230)=4,078;$$

$$z_{\sigma 1} = 0,486+2,07=2,56;$$

$$z_{\sigma 2} = 1,188+4,078=5,27;$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$П = \frac{П_p}{T_3} \quad (2.9)$$

де:  $П_p$  – річний податок, грн.

(трактори класу 5Т – 520; 3Т - 400 грн.; 1,4Т – 240 грн.; )

$$П_{pm1} = 240 \quad П_{pm2} = 400$$

$$П_{pcz1} = 0 \quad П_{pcz2} = 0$$

$$П_{mp1} = 240/1600=0,15;$$

$$П_{mp2} = 400/1600=0,25;$$

$$П_{czm1} = 0/230=0;$$

$$П_{czm2} = 0/230=0;$$

$$П_1 = 0,15+0=0,15;$$

$$П_2 = 0,25+0=0,25;$$

Витрати на оплату праці персоналу, грн./год.:

$$З_n = \sum_i^N C_{zi} \quad (2.10)$$

де:  $C_{zi}$  – годинна тарифна ставка механізаторів і обслуговуючого персоналу.

Ставка механізатора:		Ставка обслуговуючого персоналу:	
1. МТЗ-82+КПС-4	81,53	1. МТЗ-82+КПС-4	0
2. ХТЗ-17121+КПС-8	81,53	2. ХТЗ-17121+КПС-8	0

$$З_{n1} = 81,53+0=81,53;$$

$$З_{n2} = 81,53+0=81,53;$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год.:

$$В_n = (1,1...1,15) Ц_n \cdot g_{za} \gamma_n \cdot W_{z.з.м}, \quad (2.11)$$

де:  $Ц_n$  – ціна палива, ( $Ц_n = 50$  грн./л);

$\gamma_n$  – питомий об'єм палива, л/кг (для дизельного  $\gamma_n = 1,2$ );  $\gamma_n = 1,2$

$$B_{n1} = 1,15 \cdot 50 \cdot 4,78 \cdot 1,2 \cdot 3,04 = 1001,9;$$

$$B_{n2} = 1,15 \cdot 50 \cdot 4,79 \cdot 1,2 \cdot 6,08 = 2010,4;$$

Вартість технічного обслуговування, грн./год.  
(визначається окремо для трактора і робочої машини)

$$B_{TO} = \frac{(C_n - C_k) \alpha_{TO}}{2T_p \cdot T_3} \quad (2.12)$$

де:  $\alpha_{mo}$  – норма річних відрахувань на технічне обслуговування в долях одиниці. [3, табл. 6.7];

$$\alpha_{mom1} = 0,08 \quad \alpha_{mom2} = 0,08$$

$$\alpha_{moc1} = 0,16 \quad \alpha_{moc2} = 0,16$$

$$B_{mo.mp1} = ((800000 - 22800) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 1,9;$$

$$B_{mo.mp2} = ((1950000 - 49200) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 4,8;$$

$$B_{mo.czm1} = ((250000 - 12000) \cdot 0,16) / (2 \cdot 5 \cdot 230) = 16,6;$$

$$B_{mo.czm2} = ((495000 - 25980) \cdot 0,16) / (2 \cdot 5 \cdot 230) = 32,6;$$

$$B_{mo.1} = 1,9 + 16,6 = 18,5;$$

$$B_{mo.2} = 4,8 + 32,6 = 37,4;$$

Числові значення, які одержані при розрахунку формул (2.5...2.12) підставити в залежність (2.4) і визначити собівартість години роботи технічного засобу.

$$C_{mз} = 255,5 + 38,33 + 2,56 + 0,15 + 81,53 + 1001,9 + 18,5 = 1398,5;$$

$$C_{mз} = 526,6 + 79 + 5,27 + 0,25 + 81,53 + 2010,4 + 37,4 = 2740,4;$$

Розраховані по формулам 2.1...2.4 критерії заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3. Формування множини Парето по розрахованим критеріям технічних засобів.

Варіант	$W_{z.zm}$ , га/год	$g_{za}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{mз}$ , грн./год
1. МТЗ-82+КПС-4	3,04	4,78	336,1	1398,5
2. ХТЗ-17121+КПС-8	6,08	4,79	332,1	2740,4

Для вияву домінуючого варіанту необхідно порівняти чисельні значення розрахованих критеріїв. Кращий варіант складу МТА повинен мати найкращі (для нашого випадку - найменші) значення критеріїв.

Для цього складаємо нову таблицю 2.4 і в колонку продуктивності  $W_{z.zm}$  заносимо значення обернені до розрахованих, тобто  $\frac{1}{W_{z.zm}}$

Таблиця 2.4. Формування множини Парето по розрахованим критеріям технічних засобів.

Варіант	$\frac{1}{W_{z.zm}}$	$g_{za}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{tz}$ , грн./год
1. МТЗ-82+КПС-4	0,33	4,78	336,1	1398,5
2. ХТЗ-17121+КПС-8	0,16	4,79	332,1	2740,5

Для наочності процесу вибору застосовуємо графічний метод.

Для цього відкладаємо на радіально розташованих шкалах значення критеріїв. Шкали будуємо таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка О).

З'єднуючи точки на шкалах для  $i$ -того варіанту, отримуємо багатокутники. На найменших значеннях критеріїв будуємо багатокутник кращого варіанту. Приводимо малюнок графічного методу вибору кращого агрегату.

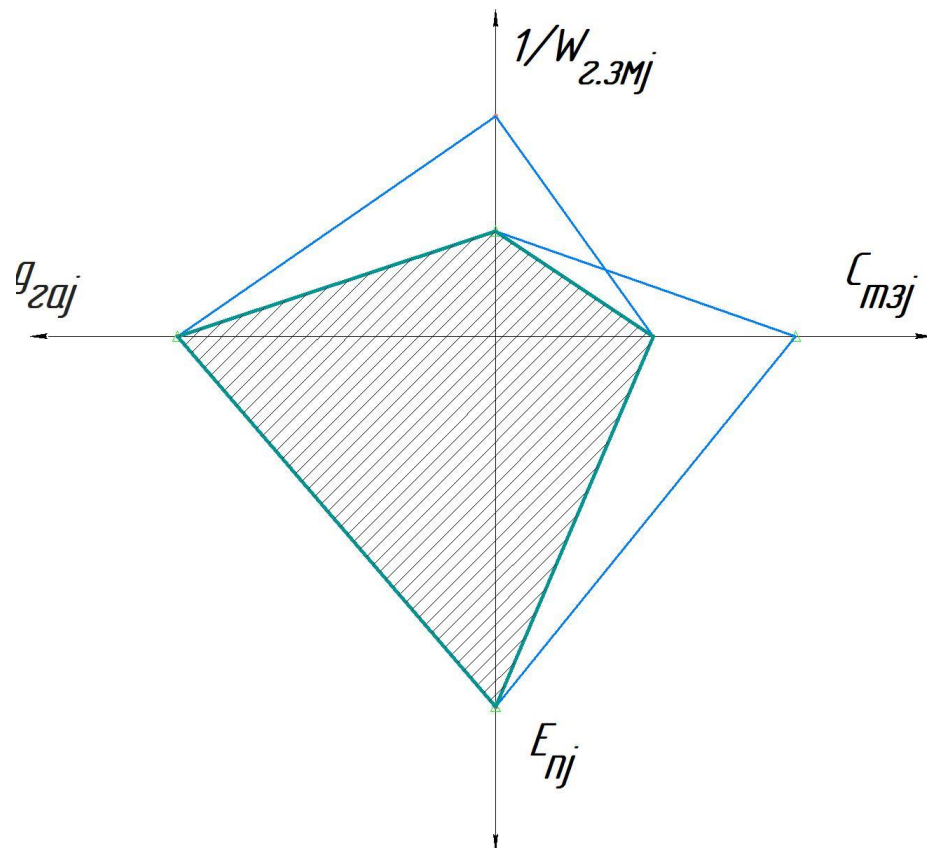


Рис. 2.1. Графічний метод Паретто

В останню колонку таблиці 1.4 заносимо значення площі багатокутників кожного варіанту, що відповідають значенням критеріїв.

$$P_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{z.zmj}} \cdot g_{zaj} + \frac{1}{2} g_{zaj} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{mj} + \frac{1}{2} C_{mj} \cdot \frac{1}{W_{z.zmj}} \quad (2.13)$$

$$P_1 = (0,5 \cdot 0,33 \cdot 4,78) + (0,5 \cdot 4,78 \cdot 336,12) + (0,5 \cdot 336,12 \cdot 1398,48) + (0,5 \cdot 1398,48 \cdot 0,33) = 236062,8;$$

$$P_2 = (0,5 \cdot 0,16 \cdot 4,79) + (0,5 \cdot 4,79 \cdot 332,12) + (0,5 \cdot 332,12 \cdot 2740,45) + (0,5 \cdot 2740,45 \cdot 0,16) = 456094,5;$$

Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі  $P_j$ .

Вибір раціонального складу МТА по методу найменшої відстані до цілі потребує додаткових розрахунків, результати яких заносимо в таблицю 1.3.

Суть методу полягає в порівнянні критеріїв  $j$ -го варіанту з деяким ідеалізованим варіантом.

*Переважно це умовний варіант, якому приписуються кращі значення критеріїв з числа варіантів, що порівнюються.*

Для ідеалізованого варіанту (нижній рядок) вибираємо кращі показники із всіх вище наведених варіантів і заносимо їх в останній рядок таблиці 5 «Ідеал».

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту  $P_0$  по формулі 13.

$$P_0 = (0,5 \cdot 0,16 \cdot 4,77631578947368) + (0,5 \cdot 4,77631578947368 \cdot 332,12) + (0,5 \cdot 332,12 \cdot 1398,48) + (0,5 \cdot 1398,48 \cdot 0,16) = 233137.$$

В останню колонку таблиці 1.5 заносимо узагальнений критерій відстані до цілі ( $\mu$ ), який розраховується для кожного  $j$ -го варіанту

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_0} \quad (2.14)$$

Таблиця 2.5. Критерії технічних засобів для вибору ідеалізованого варіанту складу МТА по методу відстані до цілі.

Варіант	$\frac{I}{W_{z.zmj}}$	$g_{za}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{mz}$ , грн./год	$P_j$	$\mu$
1. МТЗ-82+КПС-4	0,33	4,78	336,12	1398,48	236062,8	1,01
2. ХТЗ-17121+КПС-8	0,16	4,79	332,12	2740,45	456094,5	1,96
Ідеал	0,16	4,78	332,12	1398,48	233137	1

Порівнюючи значення  $\mu_j$  різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням  $\mu_o$  знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі.

Висновки: За результатами багатокритеріального аналізу кращий агрегат для заданих умов роботи має такий склад:

трактор: МТЗ-82 ; с.-г. машина: КПС-4

### 2.3. Організація виконання технологічного процесу "культивация"

Марка трактора: МТЗ-82 ; с.г. машина: КПС-4 .

- обґрунтування робочої швидкості агрегату у відповідності із агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції.

1). Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей, в межах якого забезпечується висока якість роботи, с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію [3, табл. 3.14];

$$V_{lim} = 15,00 \text{ .}$$

2). Вибрати питомий тяговий опір при швидкості  $V_o = 5$  км/год

$$k_{o.m} = 2 \text{ кН/м [3,табл. 3.13] у відповідності із}$$

призначенням машини;

3). Із тягової характеристики [3,табл. 3.11] трактора, заданої марки, в режимі експлуатації  $N_m = N_{m.max}$  з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агродопустимих швидкостей.

Таблиця 2.6. Тягові параметри трактора.

передача	4	5	6
параметри			
$V_p$ , км/год	8	9,3	11,2
$P_{т.н}$ , кН	15	13	11
$N_{т.max}$ , кВт	33	33,8	34

$$N_{e.n.}, \text{ кВт} = 66 \text{ .}$$

Таблиця 2.7. Технічні характеристики трактора.

Марка	Вага $G_{mp}$ , кН	Передача	Швидкість $V_p$ , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$ , кН
МТЗ-82	38	4	8	33

Таблиця 2.8. Технічні характеристики луцильника.

Марка	Вага $G_m$ , кН	Ширина захвату $B_m$ , м	Інтервал швидкостей $V_{ім}$ , км/год
КПС-4	20	4	12

Розрахувати питомий тяговий опір робочих машин.

$$k_{V..m} = k_{o..m} \xi_k \left( 1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left[ 1 + \frac{\Delta C}{100} (V_p - V_o) \right], \quad (2.2.1)$$

де:  $\xi_k$  – коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання машини

(для причіпних  $\xi_k = 1$ , для начіпних  $\xi_k = 0,9 \dots 0,95$ );

$$\xi_k = 0,95$$

$\Delta C$  — приріст питомого тягового опору машини при збільшенні швидкості руху агрегату на 1 км/год, % [3, табл. 3.16];

$$\Delta C = 4$$

$\Delta k$  — збільшення питомого опору робочими органами при підвищенні вологості ґрунту, %.

Для визначення приросту  $\Delta k$  користуються залежностями, які приведені на рис. 1 – 5 [2] з урахуванням типу і різновиду ґрунтів. При цьому, за точку оптимуму ( $W_{opt}$ ) приймають вологість при якій можлива висока якість обробітку ґрунту (табл. 2.10). Величина відхилення вологості ( $\Delta$ ) визначається при порівнянні значення вологості ґрунту ( $W$ ), яка задана в вихідних даних, і оптимальної ( $W_{opt}$ ).

$$\text{Для заданих ґрунті} \quad \Delta_k = 4 \quad \%; \quad k_{Vm} = 2,21 \quad .$$

Розрахувати робочий опір агрегату, кН:

- дискування, луцнення, культивация, боронування, глибоко-рихлювачі, чизелі

$$R_a = k_{vm} \cdot b_k + G_m \cdot (f_{mp} \pm \sin \alpha)$$

(знак "+" відповідає руху на підйом)

де:  $\lambda_q$  – коефіцієнт догрузки, який при оранці піщаних ґрунтів і суглинків вологістю 8...9% дорівнює 0,3...0,5, а стерні конюшини вологістю 18.. .20% - 1,0.

$$\lambda_q = 0,4$$

$f_{mp}$  – коефіцієнт опору кочення трактора [3, табл. 3.9],  
на підйом:

$$f_{mp} = 0,18$$

$$R_a = 2,21312 \cdot 4 + 38 \cdot (0,18 + \sin 1^\circ) = 16,36;$$

на спуск:

$$R_a = 2,21312 \cdot 4 + 38 \cdot (0,18 - \sin 1^\circ) = 14,18.$$

Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату виконується визначенні коефіцієнту використання номінального тягового зусилля трактора:

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{Тн} \pm G_{mp} \sin \alpha}, \quad (2.2.2)$$

на підйом:  $\xi_\delta = 16,36 / (33 - 38 \cdot \sin 1^\circ) = 0,51;$

на спуск:  $\xi_\delta = 14,18 / (33 + 38 \cdot \sin 1^\circ) = 0,42.$

Коефіцієнт використання тягового зусилля повинен відповідати значенням [3, табл. 4.1], а в залежності від виду застосованих машин і стану поля він може мати значення 0,6...0,96. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\xi_p$ ) перевищують допустимі, то розрахунки виконують знову на нижчій робочій передачі руху трактора.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі:

трактора            МТЗ-82            ;  
с-г машини        КПС-4            , який виконує технологічну операцію

на            3            передачі,  
 $V_p =$         8            (рух на підйом) і  
на            3            передачі,  
 $V_p =$         8            (рух на спуск),

конструктивна ширина захвату  $B_k = b_{кор} \cdot n_{кор} =$             4            м.

Фактичну потужність двигуна в процесі культивуації визначають:

$$N_{\phi p} = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{ш} \eta_{\delta}} \quad (2.2.3)$$



$$N_{\phi p} = (23,86 \cdot 8) / (3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9) = 65,46;$$

де:  $\eta_{mp}$  – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ( $\eta_{mp} = 0,9$ );

$P_{руш}$  – рушійна сила, кН;

$$P_{руш} = G_{mp} (f_{mp} + \sin \alpha) + R_a$$

$$P_{руш} = 38 \cdot (0,18 + \sin 1^\circ) + 16,36 = 23,86;$$

$\eta_\delta$  – коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування трактора, %;

$$\eta_\delta = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \quad (2.2.4)$$

$\delta$  - буксування на вибраній передачі, %; (із тягової характеристики [3, табл. 3.11])

$$\delta = 10$$

$$\eta_\delta = (1 - (10/100)) = 0,9.$$

Ступінь використання ефективної потужності двигуна:

$$\xi_N = \frac{N_{\phi p}}{N_{ен}}, \quad (2.2.5)$$

Коефіцієнт  $\xi_N$  розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату:

$$\xi_{N\phi p} = 65,46/66 = 0,99. \quad \text{допустимо}$$

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

площа  $F = 100,0$  га;  $L = 1000$  м;  $C = 1000$  м.

Визначити ширину загінки, м:

$$C_{онт} = \sqrt{16R_n^2 + 2B_p L_p}, \quad (2.2.6)$$

де:  $L_p$  – довжина робочої частини гону, м.

Довжина  $L_p$  визначається за допомогою схеми [3, рис. 5.1]:

$$L_p = L - 2E_p \quad (2.2.7)$$

де:  $L$  – довжина гону (поля), м;  $L_p = 1000 - (2 \cdot 19,2) = 961,6$ .

$E_p$  – ширина поворотної смуги (раціональне її значення)

Мінімальна ширина поворотної смуги залежить від виду повороту і габаритних розмірів агрегату, її можна визначити за допомогою схеми [3, рис. 5.2]:

$$E_{min} = h + d_k + e, \quad (2.2.8)$$

$$E_{min} = 13,0592 + 2,4 + 5,022 = 20,48;$$

де:  $h$  – параметр, який визначає розміри петлі повороту, в залежності від радіуса  $R_n$ ;

$$h = \lambda_E \cdot R_n \quad (2.2.9)$$

$$h = 2,8 \cdot 4,664 = 13,06;$$

де:  $\lambda_E$  – коефіцієнт пропорційності, чисельні значення його приведені в [3, рис. 5.2 і табл. 5.6];

$$\lambda_E = 2,8$$

$R_n$  – середній радіус повороту агрегату;

Осереднене значення радіуса повороту залежить від конструктивних ( $B$ ) та режимних ( $V$ ) параметрів агрегату:

$$R_n = a_R \cdot R_{no}, \quad (2.2.10)$$

де:  $R_{no}$  – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту

$V_n = 5$  км/год [3, табл. 5.4];

$$R_{no} = 4,4$$

$a_R$  – коефіцієнт збільшення радіуса повороту при підвищенні швидкості повороту [3, табл. 5.4];

при  $V_n = 7$

маємо  $a_R = 1,06$

;  $R_n = 4,66$

.

Кінематична ширина агрегату ( $d_k$ ), а «вліво» чи «вправо» залежить від виду повороту:

$$d_k = v_E \cdot B_k \quad (2.2.11)$$

де:  $v_E$  – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

- для симетричних агрегатів  $v_E \approx 0,6$ ;

- для несиметричних агрегатів  $v_E \approx 1,2$ ;

$$v_E = 0,6$$

$B_k$  – конструктивна ширина захвату агрегату, м (пункт 2.5 даної методики).

$$B_k = 4$$

$$d_k = 0,6 \cdot 4 = 2,4.$$

Довжина виїзду агрегату ( $e$ ) залежить від кінематичної довжини агрегату:

$$e = a_e \cdot l_a \quad (2.2.12)$$

$$e = 0,6 \cdot 8,37 = 5,02;$$

де:  $a_e$  – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів  $a_e = 0,5 \dots 0,75$ ;

- для начіпних агрегатів із задньою навіскою  $a_e = 0,1 \dots 0,2$ ;

$l_a$  – кінематична довжина агрегату, м:  $a_e = 0,6$

$$l_a = l_{mp} + l_m + l_{d.m} \quad (2.2.13)$$

де:  $l_{mp}$ ,  $l_m$ ,  $l_{d.m}$  – кінематична довжина, відповідно, трактора, с.-г. машини і додаткової с.-г. машини, м [3, табл. 5.5; табл. 4.2.].

$$l_{mp} = 3,9$$

$$l_m = 4,47$$

$$l_{d.m} = 0$$

$$l_a = 3,9 + 4,47 + 0 = 8,37.$$

Раціональна ширина поворотної смуги ( $E_p$ ) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів (без огріхів):

$$E_p = n_\phi \cdot B_p, \quad (2.2.14)$$

де:  $B_p$  – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (2.2.15)$$

де:  $\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату [3, табл. 5.3];  $\beta = 0,96$

$$B_p = 4 \cdot 0,96 = 3,84;$$

$n_\phi$  - фактичне число проходів агрегату для обробки поворотної смуги:

$$n_\phi \geq \frac{E_{min}}{B_p}, \quad (2.2.16)$$

Результат округляється до цілого числа (парного чи непарного). Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

$$n_\phi = 20,4812 / 3,84 = 5;$$

$$L_p = 961,6;$$

$$E_p = 5 \cdot 3,84 = 19,2;$$

$$C_{omn} = \sqrt{16 \cdot (4,664^2) + 2 \cdot 3,84 \cdot 961,6} = 87,94.$$

Рациональна ширина заїнки повинна бути кратна подвійній ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{кр} \cdot 2B_p, \quad (2.2.17)$$

де:  $n_{кр}$  — кількість кругів для повного обробітку заїнки.

$$n_{кр} = \frac{C_{omn}}{2B_p}; \quad (2.2.18)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{кр} = 87,94 / (2 \cdot 3,84) = 11;$$

$$C_p = 11 \cdot (2 \cdot 3,84) = 88.$$

У всіх випадках ширину заїнки меншою 50 м не приймають.

Оцінка досконалості прийнятого способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту робочих ходів:

- при луценні петлевим способом із чередуванням загінок всклад і врозгін:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + \frac{4R_n}{C_p}(2R_n - B_p) + R_n + 2e} \quad (2.2.19)$$

- при луценні обертовим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + R_n + 2e} \quad (2.2.20)$$

- при луценні безпетлевим комбінованим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_n + 2e} \quad (2.2.21)$$

$$\varphi = 961,6 / (961,6 + 6 * 4,664 + 2 * 5,022) = 0,96;$$

Виконати розрахунки режиму роботи агрегату.

Визначити тривалість чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух} (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.2.22)$$

де:  $T_{зм}$  - тривалість зміни ( $T_{зм} = 7$ ), год;

$T_{обс}$  - час на організаційно-технічне обслуговування ( $T_{обс} = 0,05 \dots 0,13$ ),

год;

$$T_{обс} = 0,08$$

Час, затрачений на зупинки для технологічного обслуговування, год:

$$T_{зуп} = T_{обс} + T_{вон} \quad (2.2.23)$$

$$T_{зуп} = 0,08 + 0,336 = 0,42;$$

$$T_p = 0,95 * (7 - 0,416) = 6,29.$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ( $\tau_{рух}$ ) задаємося такими умовами:

При  $V_p = V_{нов}$  маємо  $\tau_{рух} = \varphi$ .

$$V_{нов} = 7$$

При  $V_p \neq V_{нов}$  маємо:

$$\tau_{pyx} = \frac{k\varphi}{(k-1) \cdot \varphi + 1} \quad (2.2.24)$$

$$\tau_{pyx} = (0,88 \cdot 0,96) / ((0,88 - 1) \cdot 0,96 + 1) = 0,95;$$

$$\text{де: } k = \frac{V_{нов}}{V_p}$$

$$k = 7/8 = 0,88.$$

Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (2.2.25)$$

$$\tau_{зм} = 6,29/7 = 0,9.$$

Розрахувати продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p \tau_{зм}, \quad (2.2.26)$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 3,84 \cdot 8 \cdot 0,9 = 2,76.$$

Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{зм} \cdot T_{зм} \quad (2.2.27)$$

$$W_{зм} = 2,76 \cdot 7 = 19,31.$$

Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

Розрахувати витрати пального на одиницю виробітку агрегату, кг/га:

$$g_{за} = \frac{G_{Tp} T_p + G_{Tx} T_{нов} + G_{Tзуп} T_{зуп}}{T_{зм} W_{зм}}, \quad (2.2.28)$$

де:  $G_{Tp}$ ,  $G_{Tx}$ ,  $G_{Tзуп}$  – витрати палива відповідно при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год [3, табл. 6.1];

Час, затрачений на повороти, год:

$$T_{нов} = \tau_{нов} \cdot T_p, \quad (2.2.29)$$

$$\tau_{нов} = 0,04 \cdot 6,29 = 0,25;$$

$$T_{нов} = 0,25 \cdot 6,29 = 1,58;$$

$$g_{за} = (12 \cdot 6,29 + 6 \cdot 1,58 + 1,4 \cdot 0,416) / (7 \cdot 2,76) = 4,43.$$

Розрахувати витрати праці на одиницю виконаної роботи, люд· год/га:

$$z_{н.за} = \frac{m}{W_{зм}}, \quad (2.2.30)$$

де:  $m$  – кількість працівників, що обслуговують агрегат.  $m = 1$

$$z_{н.за} = 1 / 2,76 = 0,36.$$

Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га:

$$A_n = H_n \cdot g_{за} \quad (2.2.31)$$

де:  $H_n$  – питома теплота згорання палива, Дж/кг:

(дизельне паливо –  $4,166 \cdot 10^7$ ; бензин –  $4,38 \cdot 10^7$ ; лігроїн –  $4,34 \cdot 10^7$ ;

гас –  $4,29 \cdot 10^7$ ).  $H_n = 4,166 \cdot 10^7$ ;

$$A_n = 4,166 \cdot 4,43 = 18,4 \cdot 10^7.$$

Якщо врахувати, що  $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$ , то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

Висновки:

$W_{зм}$ , га	$g_{за}$ , га	$z_{н.за}$ , ЛЮД год/га	$A_n$ , Дж/кг
2,76	4,43	0,36	$18 \cdot 10^7$

### **3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.**

#### **3.1 Необхідність застосування пристрою.**

Вивчення різних типів котків встановило, що найкращу якість ущільнення забезпечує коток з робочими органами у вигляді кілець діаметром 550 мм з овальним (крапчастим) перерізом обода шириною 25...27 мм та розстановкою їх по осі через 80...100 мм. Найбільш ущільнений шар ґрунту при проході кільчастого катка - на глибині 60...100 мм; спірального діаметром 460 мм, шириною прутка 30 та кроком 95мм - на глибині 50...100 мм при питомому вертикальному навантаженні 0,8...2,2 кН/м. Для умов лісостепу найбільш раціонально пластинчасті катки.

Діаметр такого катка знаходиться в межах 230...380, товщина прутка 8...16, відстань між прутами 60...120 мм, кількість їх по колу катка 6...13. Після проходку культиватора або пружинної борони, обладнаної секціями планчастих котків, ґрунт має однакову структуру та щільність 1,1...1,2 т/м<sup>3</sup>.

Фронтально встановлені планки по спіралі у складі катка переважно ущільнюють підповерхневий шар ґрунту на глибині 50...100 мм, проте недостатньо вирівнюють поверхню поля. Крім того, планчасті котки в результаті жорсткого кріплення прутків забиваються рослинними залишками та ґрунтом при його підвищеній вологості. Це обмежує застосування на таких полях комбінованих агрегатів, якісна робота яких досягається при вологості 18...22%.

Ущільнення має бути завершальним передпосівним етапом обробки ґрунту, оскільки зминає ґрунт до необхідної щільності. Стиснення ґрунту викликає в ньому внутрішні напруження опору, подолання яких призводить до його деформації. У цьому кінцеві деформації утворюють ефект ущільнення.

Комбінований ґрунтообробний агрегат – призначений для суцільної, передпосівної обробки ґрунту та вичісування бур'янів. Може працювати на чистих парах, стерневих парах. Агрегат працює на ґрунтах із питомим опором до 88,3 кПа, не засмічених камінням. Може працювати з поживними



залишками і після просапних культур. Має змінні робочі органи, уніфіковані комбінованого посівного комплексу КПС – 4. Агрегатується із тракторами класу 1,4-3. Культиватор КПС-4 залишається в колишній комплектації, замість зубчастих боронок на спеціальній підвісі встановлюють секцію пластинчастого котка.

### 3.2 Розрахунки міцності елементів конструкції

#### *Розрахунок зварних з'єднань*

Розрахунок стикових зварних з'єднань проводиться за нормальними напругами розтягування або залишається по нормальному перерізу елементів, що з'єднуються без урахування опуклості шва.

$$\zeta' = F/\delta \cdot L \leq [\zeta'],$$

де F - сила розтягування, що діє в нормальному перерізі, (F = 31000 Н);

$\delta$  - товщина елементів, що з'єднуються, ( $\delta = 0,008$  м);

L - Довжина шва, (L = 0,3) м;

$[\zeta']$  - напруга металу шва, що допускається, для прийнятої технології зварювання, МПа;

$$[\zeta'] = (0,9 \dots 1) [\zeta_p],$$

де  $[\zeta_p]$  - допустима напруга матеріалу деталей, що з'єднуються.

$$[\zeta_p] = 140 \text{ МПа}, [\zeta'] = 140 \text{ МПа. тоді}$$

$$\zeta' = 31000/0,008 \cdot 0,3 = 12,9 \text{ МПа} < [\zeta'] = 140 \text{ МПа.}$$

Отже, зварне з'єднання навантаження витримує.

#### *Розрахунок болтових з'єднань*

Розрахунок діаметра болтів кришки корпусу підшипника провадиться за формулою:

$$d_p = \sqrt{4 \cdot F/\pi \cdot [\zeta_p]},$$

де F-розрахункова сила затяжки, Н;

$$F = 1,3 Q + nR,$$

де Q – сила затяжки, Н;

R - зовнішня сила, що діє на один болт, (R = 200Н);

$n$  - коефіцієнт зовнішнього навантаження, ( $n = 0,4$ );

$$Q = (1 - n) \cdot R,$$

$$Q = (1 - 0,4) \cdot 200 = 120\text{Н}.$$

Тоді розрахункова сила затягування

$$F = 1,3 \cdot Q + n \cdot R = 1,3 \cdot 120 + 0,4 \cdot 200 = 236\text{Н}.$$

Звідси розрахунковий діаметр болта

$$d_p = \sqrt{4 \cdot 236 / 3,14 \cdot 1400} = 0,0064 \text{ м} = 6,4 \text{ мм}.$$

Приймаємо  $d=10\text{мм}$ . Вибираємо болт М10х16

Перевіряємо різьблення болта на зріз. Умова міцності різьблення на зріз виражається формулою

$$\tau_{\text{ср}} = F / A_{\text{ср}} \leq [\tau_{\text{ср}}],$$

де  $F$  - основна сила, що діє на болт, Н;

$A_{\text{ср}}$  - площа зрізу витків різьблення

$$A_{\text{ср}} = \pi \cdot d_1 \cdot k \cdot H_{\text{г}},$$

де  $H_{\text{г}}$  - висота гайки ( $H_{\text{г}} = 0,012 \text{ м}$ );

$k$  - коефіцієнт враховує ширину основи витків, ( $k 0,75$ ).

$$A_{\text{ср}} = 3,14 \cdot 0,1 \cdot 0,75 \cdot 0,012 = 0,002826 \text{ м}^2.$$

$$\tau_{\text{ср}} = 236 / 0,002826 = 27,2 \text{ МПа} < [\tau_{\text{ср}}] = 84 \text{ МПа}.$$

Вибраний болт відповідає умові міцності різьби на зріз.

#### 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Виконаємо розрахунки економічних показників технології вирощування кукурудзи згідно методичних рекомендацій [22] і порівняємо існуючу технологію вирощування і покращену нами.

Таблиця 4.1

Розрахункові дані ефективності виробництва кукурудзи

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія
1	2	3
1. Балансова вартість машини що припадає на вирощування культури ( $B_K$ ), грн.	204311,90	193300
2. Витрати на оплату праці ( $Z$ ), грн.		
– оплата по тарифу	8020,4	10474,3
– додаткова оплата	802,04	1047,43
– нарахування на оплату	3208,16	4189,72
Разом	12030,6	15711,45
3. Витрати на ПР і ТО ( $P_P$ ), грн.	29160,55	25129
4. Амортизаційні відрахування ( $A$ ), грн.	33646,79	28995
5. Витрати пального ( $P$ ), кг.	6355	6225,56
6. Ціна комплексного палива ( $C_K$ ), грн.	45	45
7. Вартість палива ( $C$ ), грн	285975	280150,2
8. Кількість мінеральних добрив, т	50	60
в т.ч.: азотних	15	17
фосфорних	15	17
калійних	20	26
9. Ціна 1 тони добрив, грн.:		
в т.ч.: азотних	20000	20000
фосфорних	35000	35000
калійних	20000	20000
10. Витрати часу, ( $t$ ) год.	471,3	584,35
11. Вартість добрив ( $B_M$ ), грн.		
в т.ч.: азотних	300000	340000
фосфорних	525000	595000
калійних	400000	520000
Разом:	1225000	1455000
12. Кількість насіння, т	18	18
13. Ціна 1 тони насіння, грн.	12000	12500
14. Вартість насіння ( $B_H$ ), грн.	216000	225000
15. Кількість протруйних засобів, л.	50	50
16. Ціна 1 л, грн.	83,12	83,12

продовження таблиці 4.1

1	2	3
17. Витрати на засоби захисту ( $B_{ЗАХ}$ ), грн.	4156	4156
18. Витрати на інсектициди та фунгіциди	8011,32	7461
19. Транспортні витрати ( $B_{ТР}$ ) грн.	2700	2907
20. Витрати на електроенергію ( $B_E$ ),	398,28	398,28
21. Сума прямих виробничих витрат без амортизації ( $ПВВ$ ), ( $ПВВ=З+П_Р+C+B_M+B_H+B_{ЗАХ}+B_{ТР}+B_{ЕЛ}$ ), грн.	1784519,35	2017452,53
22. Орендна плата за землю ( $B_O$ ), грн. ( $B_O = 130$ грн/га)	13000	13000
23. Страхові платежі ( $B_{СП}$ ), грн. ( $B_{СП} = ПВВ \cdot 0,07$ )	124916,35	141221,68
24. Інші прямі витрати ( $B_{ІН}$ ), грн. ( $B_{ІН} = ПВВ \cdot 0,10$ )	178451,935	201745,253
25. Загальновиробничі витрати ( $B_{ЗАГ}$ ), грн. ( $B_{ЗАГ} = ПВВ \cdot 0,05$ )	89225,97	100872,63
26. Всього виробничих витрат ( $ВВ$ ), грн. ( $ВВ = ПВВ + B_O + B_{СП} + B_{ІН} + B_{ЗАГ} + A$ )	2223760,397	2503287,087
в т. ч. на 1 га посіву	22237,60	25032,87
на 1 ц продукції	234,08	250,33

Таблиця 5.2

Розрахункові дані ефективності виробництва кукурудзи

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія	Відхилення, %
1. Площа посіву, га	100	100	0
2. Урожайність, ц/га.	95	100	5,26
3. Валовий збір зерна, т	950	1000	5,26
4. Витрати часу, год.			
на 1 га	5,71	5,64	-1,241
на 1 ц	0,16	0,14	-14,29
5. Виробничі витрати, тис. грн.	2223,76	2503,29	12,57
6. Собівартість 1 центнера зерна, грн.	234,08	250,33	6,94
7. Ціна продукції, грн./ц.	650,0	650,0	0
8. Вартість продукції, тис. грн.	6175	6500	5,26
9. Умовний прибуток, тис. грн.	3951,240	3996,713	1,15
10. Додаткова сума прибутку, тис. грн.		45,47	

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Технологія виробництва кукурудзина підприємстві останніми роками не забезпечувала сталого зростання врожаїв. Технологічні процеси не завжди виконувались оптимальним, з огляду на наявний машинний парк, складом машинних агрегатів.

Удосконалена в нашій роботі технологія виробництва кукурудзи дозволить збільшити врожайність культури, зменшити грошові та експлуатаційні затрати.

Аналіз технологічного процесу обробітку ґрунту перед посівом встановив, що важливим фактором є нерівність поверхні ґрунту. Це знижує якісні показники процесу посіву. Запропонована нами вдосконалення перед посівного культиватора дозволить добре вирівнювати поверхню ґрунту, формувати однорідну фракційну структуру агрегатів ґрунту.

Впровадження запропонованих заходів призведе до зменшення собівартості на 6,9%, а валовий збір зросте на 5,3%. Тобто, на кожні 100 га посівів підприємство отримає додатковий прибуток в розмірі 45,47 тис. грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Процеси, машинитаобладнання АПВ: навч. посіб. / М. О. Свірень, В. П. Смірнов, І. М. Осипов та ін. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2018. - 296 с.
2. Сільськогосподарськімашини: навч. посіб. / П. В. Сисолін, В. М. Сало, М. О. Свірень та ін. - 2-е вид., перероб. та доп. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2017. - 156 с.
3. Гунько І.В. Аналізтехнологічних систем. Обґрунтуванняінженернихрішень: навч. посіб. / І.В. Гунько, О.О. Галушак, С.М. Кравець – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 216 с.
4. Основнітехнологічніпомилки при обробціґрунту та їхзапобігання [Електронний ресурс] // Галещина машзавод. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://galmash.com.ua/ua/news/osnovnye-tehnologicheskie-oshibki-pri-obrabotke-pochvy-ih-predotvraschenie>.
5. Практикум ізмашиновикористання в рослинництві : навчальнийпосібник / А.С. Лімонт [та ін.]. - Київ : Кондор, 2022. - 284 с.
6. Степанець О.І. Обґрунтуванняпараметрів і конструкціїкомбінованогоґрунтообробного агрегату, побудованого на принципах біоніки: дипломна робота на званнямагістр / Степанець Олександр Іванович – Дніпро: ДДАЕУ, 2019. – 74с.
7. Цилюрик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки / Електронний ресурс/код доступу: <https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki>
8. Дегусаров А. Вітчизнянатехніка для загортаннярослиннихрешток [Електронний ресурс] / А. Дегусаров, А. Мазуренко, К. Дорошенко // Аграрний сектор України. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agroua.net/technics/articles/index.php?aid=33>
9. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / [Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін.]. – Київ: Вища освіта, 2004. – 544 с.

10. Гайденко О. Правильний обробіток ґрунту — запорука високих урожаїв [Електронний ресурс] / О. Гайденко // Агробізнес Сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9224-pravylnyi-obrobitok-gruntu-zaporuka-vysokyh-urozhaiv.html>.
11. Як досягти раціонального обробітку ґрунту під озимину: поради науковців [Електронний ресурс] // GrowHow.in.ua. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.growhow.in.ua/yak-dosyagty-ratsionalnogo-obrobitku-gruntu-pid-ozymynu-porady-naukovtsiv/>.
12. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006–01–01]. – К.: Держаспоживстандарт України, 2005. – 36 с.
13. Janulevičius, A., Šarauskis, E., Čipliesienė, A., Juostas, A., 2019. Estimation of farm tractor performance as a function of time efficiency during ploughing in fields of different sizes. *Biosyst. Eng.* 179, 80–93.
14. Lockwood, C., 2019. *Know Your Farm Machinery (Old Pond Books) 43 Machines including Tractors, Ploughs, Cultivators, Drills, Spreaders, Balers, and More, with Fun Facts and a Full-Page Photo of Each Agricultural Machine.* Old Pond Publishing.
15. Lovarelli, D., Bacenetti, J., Fiala, M., 2017. Effect of local conditions and machinery characteristics on the environmental impacts of primary soil tillage. *J. of Clean. Production.* 140, 479–491.
16. Van Linden, V., Herman, L., 2014. A fuel consumption model for off-road use of mobile machinery in agriculture. *Energy* 77, 880–889.
17. Bell, B., 2019. *Farm Machinery, 6th Edition (Old Pond Books) (6th ed.).* Old Pond Publishing.
18. Godwin, R.J., 2019. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. *Soil Tillage Res.* 97, 331–340.
19. Sahu, R.K., Raheman, H., 2006. Draught prediction of agricultural implements using reference tillage tools in Sandy Clay loam soil. *Biosyst. Eng.* 94, 275–

20. McLaughlin, N.B., Campbell, A.J., 2004. Draft-speed-depth relationships for four liquid manure injectors in a fine sandy loam soil. *Canad. Biosyst. Eng.* 46, 2.1–2.5.

21. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в випускних роботах здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. - Суми: СНАУ, 2021.– 16 с.

22. Мікуліна М.О.  
Методичні рекомендації щодо виконання розділу кваліфікаційної роботи (дипломного проекту) здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія». Суми. 2021. – 44 с.