

**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 ТОВ «Вітчизна» Конотопського району Сумської області»

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Радченко А.С.

(Прізвище, ініціали)

Група:

\_\_\_\_\_ АІ 2201 – 2ст.

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Соколік С.П.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

## **АНОТАЦІЯ**

**Радченко А.С.**

**Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів кукурудзи на зерно в умовах ТОВ «Вітчизна» Конотопського району Сумської області**

**ОПП Агроінженерія**

**Спеціальність 208 Агроінженерія**

**Сумський національний аграрний університет**

**М. Суми, 2025р.**

Пояснювальна записка містить в собі 45 аркушів, 9 – таблиць, 22 – використаних джерел літератури, і 5 – графічних аркушів.

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.

Ключові слова: кукурудза на зерно, машиновикористання, агрегат, умови праці, машинотракторний парк, використання техніки, технологія.

## **ANNOTATION**

**Radchenko A.S.**

**Technical support for soil preparation for sowing corn for grain in the conditions of LLC "Vitchyzna" of Konotop district, Sumy region**

**EPP Agroengineering**

**Specialty 208 Agroengineering**

**Sumy National Agrarian University**

## **Sumy, 2025**

The explanatory note contains 44 sheets, 9 - tables, 22 - used literature sources, and 5 - graphic sheets.

The qualification work provides a characteristic of the farm: soil and climatic conditions, the structure of cultivated crops, the use of equipment.

When growing corn using intensive technology, a set of measures for pre-sowing soil cultivation has been developed, the quantitative and qualitative composition of technical means for growing the crop has been determined.

An economic analysis of effective technology has been calculated.

Keywords: corn for grain, machine use, unit, working conditions, machine and tractor fleet, use of equipment, technology.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	8
1.1. Розташування та напрямок	8
1.2. Землекористування та структура посівних площ	9
1.3 Склад і використання МТП господарства	11
2 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДИСКУВАННЯ	13
2.1. Біологічні особливості вирощування кукурудзи	13
2.2 Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічного процесу "дискування"	17
2.3 Організація виконання технологічного процесу "дискування"	26
3 КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	37
3.1 Необхідність застосування пристрою	37
3.2 Будова і робота пристрою	37
3.3 Інженерні розрахунки.	38
4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	40
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	43

## ВСТУП

У цій роботі розглянуто ефективний набір механізованих засобів і їхнє раціональне застосування в умовах інтенсивного вирощування кукурудзи на зерно. Сучасні методи агровиробництва базуються на технологіях, що сприяють підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур.

Інтенсивні підходи включають комплекс заходів, спрямованих на повне розкриття генетичного потенціалу сорту, що дозволяє досягти врожайності, яка перевищує рівень, обумовлений природними умовами регіону. Основний принцип таких методик — створення оптимальних умов на всіх фазах розвитку рослин.

Жодна технологія не може функціонувати без відповідного технічного забезпечення. Впровадження прогресивних методів передбачає використання відповідних механізованих засобів, що є ключовим аспектом їхньої реалізації на практиці.

Максимальна ефективність досягається за умови використання належного технологічного комплексу разом із відповідними механізованими засобами. Вони мають бути адаптовані до кожної операції, що гарантує своєчасне виконання робіт із мінімальними затратами ресурсів і праці, знижуючи собівартість виробництва та одночасно підвищуючи якість кінцевої продукції.

# 1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

## 1.1 Місце розташування та напрямок діяльності господарства

ТОВ «Вітчизна» засноване 18 січня 2000 року та з того часу працює в аграрному секторі, охоплюючи три ключові напрями: вирощування сільськогосподарських культур, тваринництво та зберігання продукції. Підприємство входить до числа найбільших агровиробників Сумської області.

Головний офіс компанії розташований у Конотопі – адміністративному центрі північної частини України, що історично має сільськогосподарську спеціалізацію.

«Вітчизна» застосовує сучасні технології, серед яких GPS-навігація техніки, дистанційний моніторинг витрат пального, відстеження місцезнаходження й швидкості машин, а також автоматизоване створення та аналіз карт врожайності.

Однією з діяльностей ТОВ "Вітчизна" є елеватор, що спеціалізується на зберіганні зернових і продуктів їхньої переробки, а також забезпечує доведення врожаю до необхідних параметрів, зокрема очищення та сушіння.

Компанія пропонує послуги силосного та підлогового зберігання на двох об'єктах, розташованих у селах Розплідник і Заводи Конотопського району Сумщини.

Високотехнологічне обладнання для сушіння та очищення, виготовлене у США та Швейцарії, дає змогу переробляти від 2000 до 3000 тонн зерна щодня залежно від культури, а також здійснювати очищення до 3000 тонн на добу.

Тип елеватора в селі Заводи – лінійний. Ємність одночасного зберігання зерна на цій ділянці досягає 12 тисяч тонн. Зберігання відбувається в підлогових складах.

На території об'єкта діють лінії для завантаження та вивантаження автомобільним транспортом. Продуктивність завантажувальної лінії становить 1100 тонн на добу, а вивантажувальної – 600 тонн на добу.

Для сушіння зерна використовується польська зерносушарка М-819, яка при зниженні вологості кукурудзи на 10% обробляє до 710 тонн за добу. Очисне обладнання, представлене сепараторами БСХ-100, має продуктивність 500 тонн на годину.

Елеватор обслуговує зернові, олійні культури та крупи. Крім того, на підприємстві діє сертифікована лабораторія для контролю якості зерна.

Окремим напрямком діяльності компанії є молочне скотарство. Поголов'я великої рогатої худоби перевищує 7 тисяч голів. Вироблене молоко реалізується виключно вищого або екстра-класу. На двох фермах ТОВ "Вітчизна" утримується 1574 дійних корови та 2149 голів молодняка. Щоб забезпечити худобу якісними кормами, підприємство самостійно займається заготівлею необхідних рослинних культур. На родючих ґрунтах екологічно чистої зони Сумщини компанія вирощує кукурудзу, люцерну та інші сільськогосподарські культури.

## 1.2 Структура землевикористання та посівних площ

Навіть незважаючи на виклики минулих років, підприємство за підсумками жнив змогло показати найкращі результати серед сільськогосподарських компаній області (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Валовий збір за 2024 рік

№ п/п	Культура	Збір, т
1	Соняшник	22 402
2	Соняшник високоолеїновий	8 238
3	Соя	6 578
4	Кукурудза	768 000
5	Пшениця озима	12 034

Інформація щодо використання посівних площ і змін показників врожайності представлена в таблиці 1.2, а також на рисунках 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.2 - Площі та врожайність вирощуваних агрокультур

№ п/п	Агрокультура	2021 рік		2022 рік		2023 рік	
		Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га
1	Озима пшениця	2200	55,8	2300	56,7	2360	58
2	Соя	2500	27	3650	26,3	3700	26,7
3	Соняшник	5100	34	5180	33,0	5690	36,1
4	Кукурудза	13000	93	13500	93,2	14000	95
5	Всього	22800	-	24630	-	25750	-

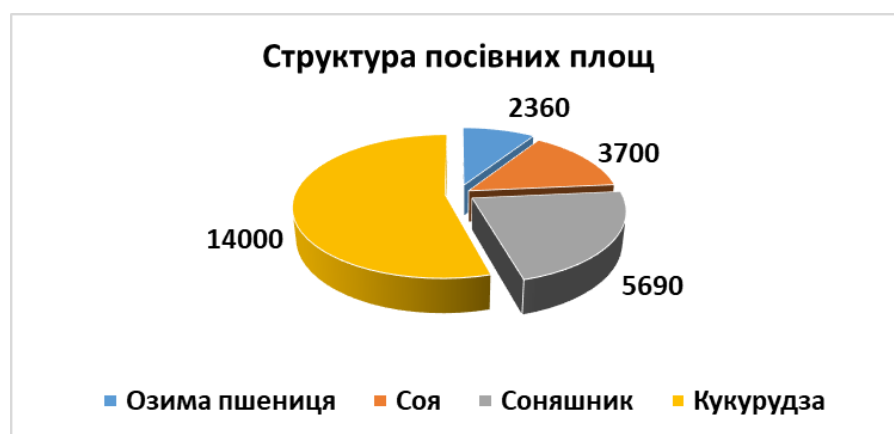


Рис. 1.1 - Структура площ під агрокультурами

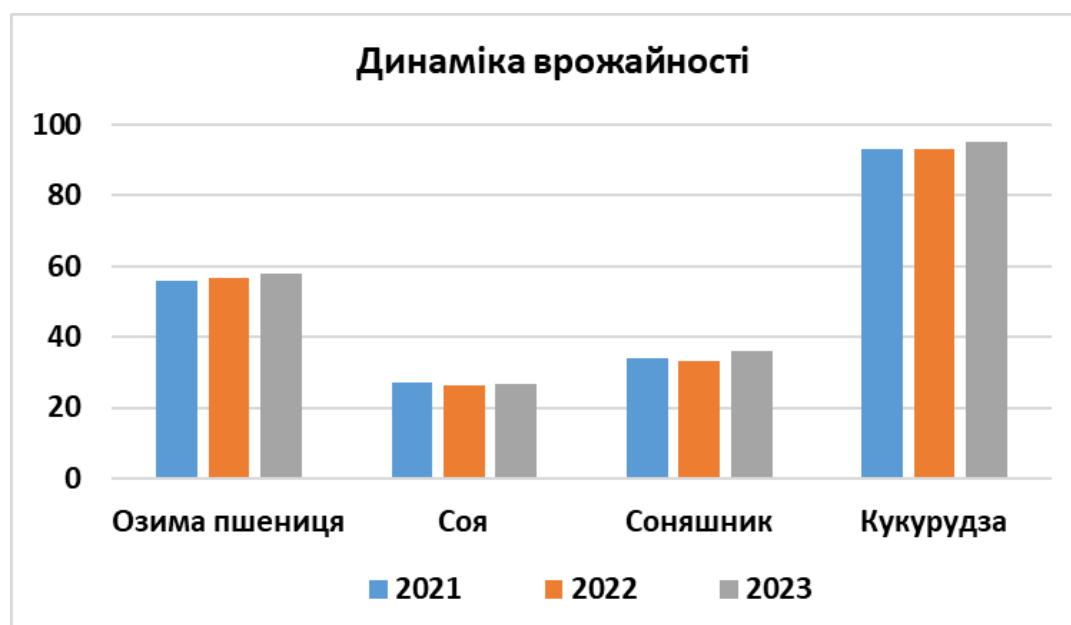


Рис. 1.2 - Динаміка врожайності основних культур

### 1.3 Склад машинного парку

ТОВ «Вітчизна» володіє великим парком техніки. Наявність сучасного обладнання дає змогу формувати найбільш ефективні комплекси машин для виконання конкретних виробничих процесів.

Перелік та кількість енергетичних засобів, транспортних засобів, збиральної техніки й іншого обладнання наведено в таблицях нижче.

Таблиця 1.3 - Склад тракторного парку

№ п/п	Марка	Кількість
1	John Deere 6125M	4
2	John Deere 8R	8
3	Fendt Vario 1000/1050	7
4	New Holland T8/T9	6
5	MTЗ-1221	2

Таблиця 1.4 - Склад парку складних машин

№ п/п	Марка	Кількість	Назва
1	Claas Lexion 620	2	Комбайн зернозбиральний
2	Claas Lexion 770	2	Комбайн зернозбиральний
3	John Deere T series	3	Комбайн зернозбиральний
4	John Deere S series	4	Комбайн зернозбиральний
5	New Holland CX8000	4	Комбайн зернозбиральний
6	New Holland CR9000	4	Комбайн зернозбиральний

Аналізуючи наведені вище показники роботи ТОВ «Вітчизна» та рівень технічного оснащення виробничих процесів, зокрема у сфері вирощування кукурудзи, можна відзначити, що цей напрямок характеризується високою інтенсивністю. Водночас за останні три роки значного підвищення врожайності

не зафіксовано. Ймовірною причиною такого стану є недостатня якість ґрунтообробних операцій.

Таблиця 1.5 - Склад парку агромашин

№ п/п	Назва	Марка	Кількість
1	Плуг	KUHN MASTER (6+1)	2
2	Плуг	LEMKEN Euro Opal-6 (5+1)	2
3	Глибокорозпушувач	KUHN In-Line Ripper 4830	5
4	Ґрунтообробна машина	Case IH Ecolotiger.	4
5	Ґрунтообробна машина	Kuhn Excelerator.	2
6	Ґрунтообробна машина	FAST A18-60	3
7	Борона дискова	Horsch Joker 3/7 CT	6
8	Борона дискова	БДТ 3 / 7	4
9	Борона дискова	John Deere 630	2
10	Борона дискова	LEMKEN Rubin 9/600	2
11	Сівалка	Pottinger Terrasem V 9000 Classic	3
12	Сівалка	John Deere 7000	4
13	Сівалка	Precision Planting	4
14	Обприскувач	Berthoud Raptor 3240	4
15	Обприскувач	John Deere R4030	5

Метою цієї кваліфікаційної роботи, виконаної на базі зазначеного підприємства, є визначення оптимального технічного забезпечення процесів обробки ґрунту для вирощування кукурудзи. Запропоновані заходи спрямовані на зниження трудових і фінансових витрат у виробництві культури, покращення якості передпосівної підготовки ґрунту та загальне підвищення ефективності агровиробництва.

## **2 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДИСКУВАННЯ**

### **2.1 Технологічні особливості кукурудзи на зерно**

Кукурудза є однією з основних сільськогосподарських культур, що займає важливе місце в агровиробництві багатьох країн світу. Вона широко використовується як кормова, продовольча, технічна культура, а також як джерело біоенергії. Кукурудза є тепло- та світлолюбною культурою, що має низку технологічних особливостей, які впливають на її вирощування, обробіток ґрунту, захист від хвороб та шкідників, а також на збір і зберігання врожаю.

Для вирощування кукурудзи найкраще підходять родючі ґрунти з хорошим водно-повітряним режимом, такі як чорноземи, каштанові та сіроземні ґрунти. Вони повинні бути достатньо глибокими, без застою води, оскільки кукурудза чутлива до надлишку вологи, що може спричинити гниття кореневої системи.

Перед посівом проводять комплексну підготовку ґрунту, що включає оранку, культивацію та боронування. Оранка забезпечує достатнє аерування та розпушування ґрунту, що сприяє кращому розвитку кореневої системи. Також важливим є внесення органічних добрив, таких як гній, та мінеральних добрив для забезпечення кукурудзи необхідними елементами живлення.

Перед безпосереднім посівом кукурудзи важливо провести ретельну підготовку ґрунту. Оскільки кукурудза є рослиною, що потребує добре розпушеного та збагаченого поживними речовинами ґрунту, головною метою обробітку є створення оптимальних умов для проростання насіння, розвитку кореневої системи і росту рослин.

Підготовка ґрунту включає кілька етапів. Оранка — це основний вид обробітку ґрунту, який проводиться для розпушення верхнього шару ґрунту на глибину 20–25 см. Оранка дозволяє створити достатньо повітря для коренів, покращує водо- і поживний режим ґрунту, а також знищує бур'яни, які можуть конкурувати з кукурудзою за поживні речовини та воду.

Важливо відзначити, що оранку рекомендується проводити восени або на початку весни, в залежності від типу ґрунту і погодних умов. Якщо осінній обробіток проводиться після збору попереднього врожаю, це допомагає знищити залишки стебел та кореневищ, які можуть бути джерелом хвороб.

Після оранки обов'язково проводиться розпушування ґрунту для подрібнення грудок і збереження структури ґрунту. У весняний період це дозволяє швидше прогрівати ґрунт, що сприяє ранньому проростанню насіння. Для цього використовують культиватори, які забезпечують рівномірний розподіл часток ґрунту, сприяють утворенню водо- та повітропроникного шару.

Після основної обробки ґрунту важливо провести боронування для вирівнювання поверхні поля, знищення дрібних бур'янів і запобігання утворенню кірки на поверхні ґрунту. Боронування також допомагає покращити водопроникність ґрунту та зберегти вологу, що важливо для рослин у період їхнього активного росту.

Кукурудза має високі вимоги до родючості ґрунту, тому важливо здійснити підживлення ґрунту перед посівом. Найбільш важливими елементами для кукурудзи є азот, фосфор та калій. Азот сприяє активному росту рослин і розвитку зеленої маси, фосфор необхідний для розвитку кореневої системи, а калій покращує стійкість рослин до стресів.

Для підвищення родючості ґрунту застосовують органічні добрива, такі як гній або компост. Вони збагачують ґрунт органічними речовинами, що покращує його структуру, підвищує водо- та повітропроникність, а також забезпечує рослини необхідними мікроелементами.

Поряд з органічними добривами використовують також мінеральні добрива, залежно від потреб ґрунту. Для кукурудзи найкраще підходять азотні добрива, які застосовують під час весняної культивації. Фосфорні та калійні добрива також вносять в осінній період для покращення умов для росту та розвитку рослин.

Однією з важливих характеристик обробітку є його строки та глибина. Кукурудза не любить, коли ґрунт занадто ущільнений, тому обробіток ґрунту

має бути ретельним, але не надто глибоким, щоб не пошкодити кореневу систему. Оптимальна глибина обробітку для кукурудзи складає 20–25 см, а для посіву насіння — 5–7 см.

Строки обробітку також важливі, оскільки несвоєчасна обробка може призвести до втрат вологи або неефективного використання добрив. У весняний період, коли ґрунт достатньо прогрітий і вологий, обробіток має бути завершений до початку посіву, що дозволить забезпечити найкращі умови для проростання насіння.

Кукурудза має високі вимоги до водного режиму ґрунту, тому важливо забезпечити необхідну вологу для рослин на всіх етапах їхнього росту. Для цього використовують різні методи збереження вологи. Мульчування допомагає зберегти вологу в ґрунті, запобігаючи її швидкому випаровуванню. Це також знижує температуру ґрунту в жаркий період і покращує структуру ґрунту. Важливо проводити заходи, спрямовані на збереження вологи в ґрунті, особливо в період сухої погоди. Своєчасний обробіток для збереження вологи є важливим для успішного вирощування кукурудзи.

Кукурудза має різноманітність сортів та гібридів, що різняться за тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до хвороб та шкідників, а також за рівнем стійкості до посухи та високих температур. Вибір сорту чи гібрида залежить від кліматичних умов регіону, типу ґрунтів та цілей вирощування (для корму, продовольства, промислової переробки).

Перед посівом насіння кукурудзи підлягає обробці інсектицидами та фунгіцидами для запобігання зараженню шкідниками та хворобами. Також застосовуються біостимулятори для покращення схожості та розвитку рослин.

Посів кукурудзи проводиться, як правило, в кінці квітня — на початку травня, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10–12°C. Технологія посіву включає використання сучасних сівалок, які забезпечують рівномірне розподілення насіння на оптимальну глибину (5–8 см) з необхідним міжряддям (від 70 до 90 см в залежності від умов). Густота посіву визначається в

залежності від сорту та типу ґрунту, зазвичай вона коливається в межах 70–100 тис. насінин на гектар.

Під час вегетації кукурудза потребує регулярного догляду, що включає боротьбу з бур'янами, шкідниками та хворобами, а також своєчасне внесення добрив. Одним із основних аспектів є контроль за водним режимом — кукурудза потребує великої кількості вологи, особливо під час цвітіння та формування качанів. Недостаток води на цьому етапі може призвести до зниження врожайності та погіршення якості зерна.

Важливе значення має боротьба з бур'янами, які можуть суттєво знижувати врожайність кукурудзи. Для цього застосовують гербіциди, а також механічний обробіток міжрядь.

Збір кукурудзи проводиться, коли зерно досягає технічної зрілості, що характеризується повним формуванням зерна та його сухістю (вологість зерна не більше 25%). Збір здійснюється комбайнами, які знижують втрати зерна та забезпечують його якісне збирання.

Захист від шкідників та хвороб є важливим етапом у технології вирощування кукурудзи. Серед основних шкідників кукурудзи можна назвати кукурудзяного жука, совку, мишей та різноманітних комах, які пошкоджують рослини на різних етапах розвитку. Для боротьби з ними використовуються хімічні препарати, а також біологічні методи боротьби.

Серед хвороб, що можуть уражати кукурудзу, найбільш поширеними є фузаріоз, борошниста роса, а також різноманітні гнилі. Для боротьби з хворобами застосовують фунгіциди, а також проводять сівозміну, що знижує ризик їхнього виникнення.

Після збору врожаю кукурудза потребує правильної обробки та зберігання. Зерно кукурудзи має високу схильність до набухання та гниття при високій вологості, тому його необхідно сушити до рівня 13-15% вологи, щоб уникнути втрат при зберіганні. Для цього використовуються зерносушарки.

## 2.2. Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічного процесу "дискування"

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

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

Таблиця 1.1. 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 $g_{ен}$ , г/кВт год
		Трактора	с - г машини	самохідного агрегату		
1. МТЗ-1221+БДТ-3	90,4	4480	1400		3,8	226
2. J. Deere 6125M+Joker-3СТ	92	5225	2000		3,8	226

Продуктивність технічного засобу, га/год:

$$W_{z.zm} = W_o \cdot t_{zm}; \quad (1.1)$$

$$W_{z.zm1} = 3,8 \cdot 0,81 = 3,078;$$

$$W_{z.zm2} = 3,8 \cdot 0,81 = 3,078;$$

де:  $W_o$  – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 1.1);

$t_{zm}$  – коефіцієнт використання часу зміни [3, табл. 5.2],  $t_{zm} = 0,81$

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

$$g_{za} = \frac{10^{-3} N_{ен} \cdot g_{ен}}{W_{z.zm}}; \quad (1.2)$$

$$g_{za1} = 0,0904 \cdot 226 / 3,078 = 6,64;$$

$$g_{za2} = 0,092 \cdot 226 / 3,078 = 6,76;$$

де:  $N_{ен}$  – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 1.1);

$g_{ен}$  – питомі витрати палива двигуна, г/кВт·год (табл. 1.1).

Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{\text{нп}} = \alpha_n g_{\text{за}} + \sum^m \alpha_{\text{мі}} g_{\text{мі}} + \frac{\alpha_{\text{мп}} M_{\text{мп}} + \sum^n \alpha_{\text{нп}} M_{\text{нп}} + \sum^k \alpha_{\text{р}} M_{\text{р}} + \sum^j \alpha_i N_i}{W_{\text{з.з.м}}} \quad (1.3)$$

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

$$\alpha_{n1} = 52,8 \quad \alpha_{n2} = 52,8$$

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

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

$$\alpha_{\text{мі1}} = 0,000 \quad \alpha_{\text{мі2}} = 0,000$$

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

$$g_{\text{мі1}} = 0,000 \quad g_{\text{мі2}} = 0,000$$

$\alpha_{\text{мп}}, \alpha_{\text{рм}}$  – енергетичні еквіваленти години роботи трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, МДж/кг × год;

$$\alpha_{\text{мп1}} = 0,0243 \quad \alpha_{\text{мп2}} = 0,0243$$

$$\alpha_{\text{рм1}} = 0,080 \quad \alpha_{\text{рм2}} = 0,080$$

$M_{\text{мп}}, M_{\text{р}}$  – маса трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, кг; (табл. 1.1);

$$M_{\text{мп1}} = 4480 \quad M_{\text{мп2}} = 5225$$

$$M_{\text{р1}} = 1400 \quad M_{\text{р2}} = 2000$$

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

$$\begin{aligned} \alpha_i &= 60,8 && \text{тракториста,} \\ \alpha_i &= 0,0 && \text{підсобного працівника.} \end{aligned}$$

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

$$N_i = 1$$

$$E_{nn1} = (52,8 \cdot 6,64 + 0 \cdot 0) + ((0,0243 \cdot 4480 + 0,08 \cdot 1400 + (60,8 + 0 \cdot 1)) / 3,078) = 441,97;$$

$$E_{nn2} = (52,8 \cdot 6,76 + 0 \cdot 0) + ((0,0243 \cdot 5225 + 0,08 \cdot 2000 + (60,8 + 0 \cdot 1)) / 3,078) = 469,65;$$

Собівартість години роботи технічного засобу, грн./год:

$$C_{mз} = A + K + Z_{б.} + П + C_{м.} + Z_n + B_n + B_m + B_{mo}; \quad (1.4)$$

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

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

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

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

$C_{м.}$  – 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)

$$A = \frac{(Ц_n - Ц_k)}{T_p \cdot T_z} \quad (1.5)$$

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

Таблиця 2.2. Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин.

Марка трактору	MT3-1221	J. Deere 6125M
Вартість, грн.	1700000	2800000
Марка с-г машини	БДТ-3	Joker-3СТ
Вартість, грн.	200000	300000

$Ц_k$  – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн.

$$Ц_k = Ц_{мб} \cdot M_{mз}; \quad (1.6)$$

$$Ц_{km1} = 6 \cdot 4480 = 26880;$$

$$Ц_{км2} = 6 \cdot 5225 = 31350;$$

$$Ц_{кс-21} = 6 \cdot 1400 = 8400;$$

$$Ц_{кс-22} = 6 \cdot 2000 = 12000;$$

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

$M_{мз}$  – маса технічного засобу, кг (табл. 1.1),

$T_p$  – строк служби трактору, роки;

$$T_{p1} = 10$$

$$T_{p2} = 10$$

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

$$T_{с.г.м1} = 10$$

$$T_{с.г.м2} = 10$$

$T_z$  – нормативне завантаження технічного засобу на протязі року, год.

[3 табл. 6.7],

$$T_{з.мп1} = 1600$$

$$T_{з.мп2} = 1600$$

$$T_{з.сгм1} = 200$$

$$T_{з.сгм2} = 200$$

$$A_{мп1} = (1700000 - 26880) / (10 \cdot 1600) = 104,57;$$

$$A_{мп2} = (2800000 - 31350) / (10 \cdot 1600) = 173,04;$$

$$A_{сгм1} = (200000 - 8400) / (10 \cdot 200) = 95,8;$$

$$A_{сгм2} = (300000 - 12000) / (10 \cdot 200) = 144;$$

$$A_{азп1} = 104,57 + 95,8 = 200,4;$$

$$A_{азп2} = 173,04 + 144 = 317;$$

Витрати на погашення кредиту, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини )

$$K = \frac{(Ц_n - Ц_k)k}{2T_p \cdot T_z} \quad (1.7)$$

де:  $k$  – доля відрахувань на погашення кредиту ( $k = 0,27 \dots 0,30$ );  $\kappa = 0,28$

$$K_{мп1} = ((1700000 - 26880) \cdot 0,28) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 14,64;$$

$$K_{мп2} = ((2800000 - 31350) \cdot 0,28) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 24,226;$$

$$K_{c2M1} = ((200000-8400)*0,28)/(2*10*200)=13,412;$$

$$K_{c2M2} = ((300000-12000)*0,28)/(2*10*200)=20,16;$$

$$K_1 = 14,64+13,412=28,05;$$

$$K_2 = 24,226+20,16=44,39;$$

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

$$Z_{\delta} = \frac{(Ц_n - Ц_k)a}{T_p \cdot T_3} \quad (1.8)$$

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

$$Z_{\delta,mp1} = ((1700000-26880)*0,01)/(10*1600)=1,046;$$

$$Z_{\delta,mp2} = ((2800000-31350)*0,01)/(10*1600)=1,73;$$

$$Z_{\delta,c2M1} = ((200000-8400)*0,01)/(10*200)=0,958;$$

$$Z_{\delta,c2M2} = ((300000-12000)*0,01)/(10*200)=1,44;$$

$$Z_{\delta 1} = 1,046+0,958=2,004;$$

$$Z_{\delta 2} = 1,73+1,44=3,17;$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$П = \frac{П_p}{T_3} \quad (1.9)$$

де:  $П_p$  – річний податок, грн.

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

$$П_{pm1} = 400$$

$$П_{pm2} = 400$$

$$П_{pc21} = 0$$

$$П_{pc22} = 0$$

$$П_{mp1} = 400/1600=0,25;$$

$$П_{mp2} = 400/1600=0,25;$$

$$П_{c2M1} = 0/200=0;$$

$$П_{c2M2} = 0/200=0;$$

$$П_1 = 0,25+0=0,25;$$

$$П_2 = 0,25+0=0,25;$$

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

$$З_n = \sum_i^N C_{zi} \quad (1.10)$$

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

Ставка механізатора:		Ставка обслуговуючого персоналу:	
1. МТЗ-1221+БДТ-3	81,53	1. МТЗ-1221+БДТ-3	0
2. J. Deere 6125M+Joker-3CT	81,53	2. J. Deere 6125M+Joker-3CT	0

$$З_{n1} = 81,53+0=81,53;$$

$$З_{n2} = 81,53+0=81,53;$$

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

$$B_n = (1,1...1,15) П_n \cdot g_{za} \gamma_n \cdot W_{z.з.м}, \quad (1.11)$$

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

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

$$B_{n1} = 1,15 \cdot 50 \cdot 6,64 \cdot 1,2 \cdot 3,078 = 1409,7;$$

$$B_{n2} = 1,15 \cdot 50 \cdot 6,76 \cdot 1,2 \cdot 3,078 = 1434,6;$$

Вартість технічного обслуговування, грн./год.

(визначається окремо для трактора і робочої машини)

$$B_{TO} = \frac{(П_n - П_k) \alpha_{TO}}{2T_p \cdot T_3} \quad (1.12)$$

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

$$\begin{array}{lll} a_{mom1} = 0,08 & a_{mom2} = 0,08 & a_{mom3} = \\ a_{moc1} = 0,16 & a_{moc2} = 0,16 & a_{moc3} = \end{array}$$

$$B_{mo.mp1} = ((1700000-26880) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 4,2;$$

$$B_{mo.mp1} = ((2800000-31350) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 6,9;$$

$$B_{mo.c2m1} = ((200000-8400) \cdot 0,16) / (2 \cdot 10 \cdot 200) = 7,7;$$

$$B_{mo.czm1} = ((300000-12000)*0,16)/(2*10*200)=11,5;$$

$$B_{mo.1} = 4,2+7,7=11,8;$$

$$B_{mo.2} = 6,9+11,5=18,4;$$

Числові значення, які одержані при розрахунку формул (1.5...1.12) підставити в залежність (1.4) і визначити собівартість години роботи технічного засобу.

$$C_{mз} = 200,4+28,05+2,004+0,25+81,53+1409,7+11,8=1733,7;$$

$$C_{mз} = 317+44,39+3,17+0,25+81,53+1434,6+18,4=1899,5;$$

Розраховані по формулам 1.1...1.4 критерії заносимо в таблицю 1.3.

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

Варіант	$W_{г.зм}$ , га/год	$g_{га}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{mз}$ , грн./год
1. МТЗ-1221+БДТ-3	3,08	6,64	442,0	1733,7
2. J. Deere 6125M+Joker-3СТ	3,08	6,76	469,7	1899,5

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 1.4 і в колонку продуктивності  $W_{г.зм}$  заносимо значення обернені до розрахованих, тобто  $\frac{1}{W_{г.зм}}$

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

Варіант	$\frac{1}{W_{г.зм}}$	$g_{га}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{mз}$ , грн./год	$P_j$
1. МТЗ-1221+БДТ-3	0,32	6,64	442,0	1733,8	384878,01
2. J. Deere 6125M+Joker-3СТ	0,32	6,76	469,7	1899,5	447934,29

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).

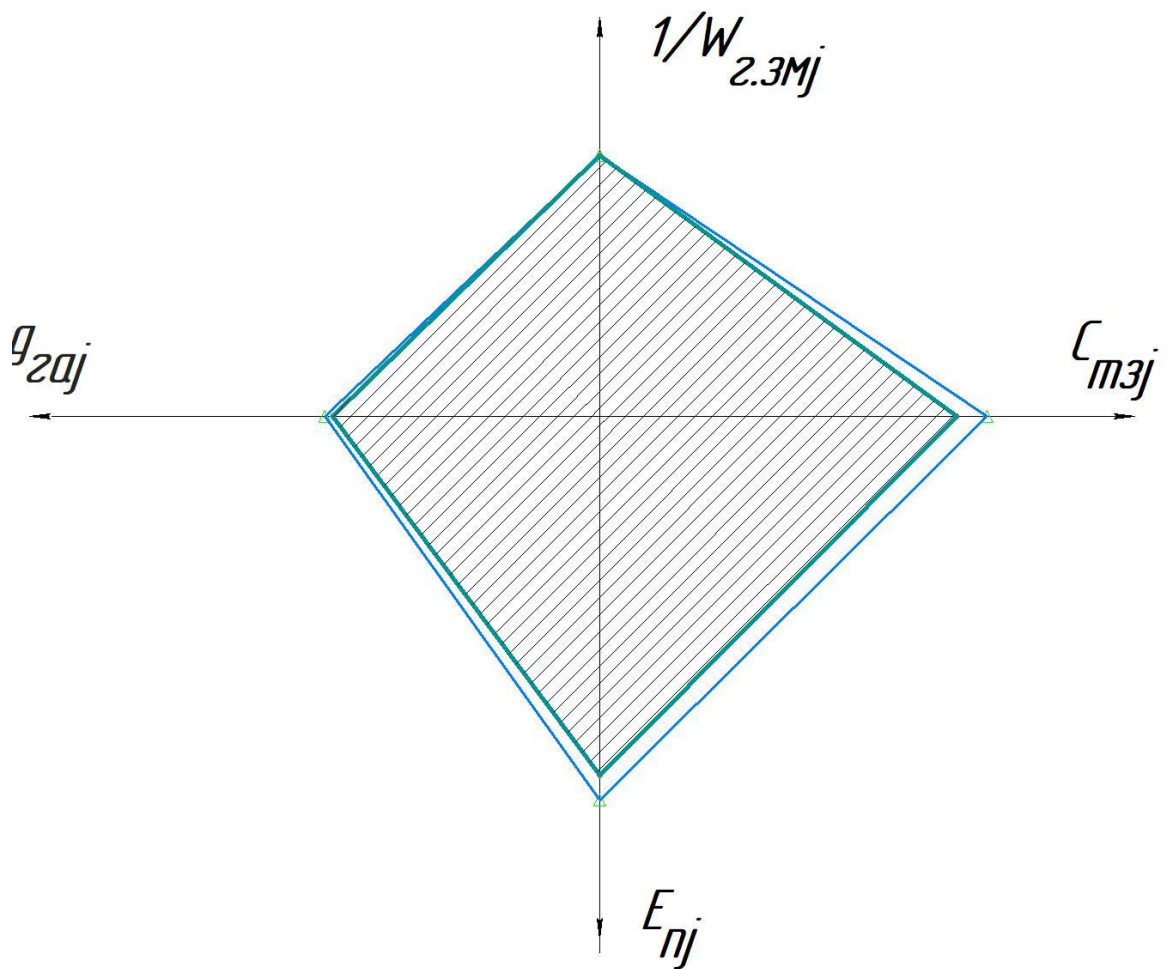


Рис. 2.1. Графічний метод Паретто.

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

$$\Pi_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{2.3Mj}} \cdot g_{zaj} + \frac{1}{2} g_{zaj} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{mzj} + \frac{1}{2} C_{mzj} \cdot \frac{1}{W_{2.3Mj}} \quad (1.13)$$

$$\Pi_1 = (0,5 \cdot 0,32 \cdot 6,64) + (0,5 \cdot 6,64 \cdot 441,97) + (0,5 \cdot 441,97 \cdot 1733,75) + (0,5 \cdot 1733,75 \cdot 0,32) = 384878;$$

$$\Pi_2 = (0,5 \cdot 0,32 \cdot 6,76) + (0,5 \cdot 6,76 \cdot 469,65) + (0,5 \cdot 469,65 \cdot 1899,47) + (0,5 \cdot 1899,47 \cdot 0,32) = 447934,3;$$

Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі  $\Pi_j$ .

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.

*Переважає 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  $\Pi_0$  по формулі 13.

$$\Pi_0 = (0,5*0,32*6,63755685510072)+(0,5*6,63755685510072*441,97)+ (0,5*1733,75*0,32)=384878,01.$$

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

$$\mu_j = \frac{\Pi_j}{\Pi_0} \quad (1.14)$$

Таблиця 1.5. Критерії технічних засобів для вибору ідеалізованого варіанту складу МТА по методу відстані до цілі.

Варіант	$\frac{I}{W_{г.з.м.}}$	$g_{га}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{тз}$ , грн./год	$\Pi_j$	$\mu$
1. МТЗ-1221+БДТ-3	0,32	6,64	441,97	1733,75	384878,0	1,00
ЗСТ	0,32	6,76	469,65	1899,47	447934,3	1,16
Ідеал	0,32	6,64	441,97	1733,75	384878	1

Порівнюючи значення  $\mu_j$  різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням  $\mu_0$  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-1221                      с.-г. машина: БДТ-3

## 2.3 Організація виконання технологічного процесу "дискування"

Основні показники якості дискування:

- термін виконання роботи;
- глибина обробітку;
- рівномірність обробітку;
- ступінь підрізання бур'янів;
- кришіння оброблюваного шару;
- відсутність огріхів та не повністю підрізаних скиб.

Марка трактора: МТЗ-1221

с.г. машина: БДТ-3

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

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];

$$V_{lim} = 12$$

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

$$k_{o.m} = 6 \text{ кН/м [3,табл. 3.13] у відповідності із}$$

призначенням машини;

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 2.1. Тягові параметри трактора.

передача параметри	2	3	4			
$V_p$ , км/год	8,13	9,87	13,21			
$P_{т.н}$ , кН	30,84	15,77	7,63			
$N_{т.max}$ , кВт	47,06	43,24	28			

$$N_{e.n.}, \text{кВт} = 90,4$$

- з метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{m.max}$ ). Робоча швидкість ( $V_p$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{т.н}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

$$N_{т.мах} = 47,06$$

$$V_p = 8,13$$

$$P_{т.н} = 30,84$$

Технічні характеристики агрегату занести в таблиці 2, 3, 4.

Таблиця 2.2. Технічні характеристики трактора.

Марка	Вага $G_{тр}$ , кН	Передача	Швидкість $V_p$ , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$ , кН
МТЗ-1221	44,8	2	8,13	30,84

Таблиця 2.3. Технічні характеристики с-г машини.

Марка	Вага $G_m$ , кН	Ширина захвату $B_m$ , м	Інтервал швидкостей $V_{lim}$ , км/год
БДТ-3	14,7	3,2	12

Розрахувати питомий тяговий опір робочих машин.

$$k_{v..m} = k_{o..m} \xi_k \left( 1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left[ 1 + \frac{\Delta C}{100} (V_p - V_o) \right], \quad (2.1)$$

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];

$$\Delta C = 2$$

$\Delta k$  — 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. 2.5). Величина відхилення вологості ( $\Delta$ ) визначається при порівнянні значення вологості ґрунту ( $W$ ), яка задана в вихідних даних, і оптимальної ( $W_{opt}$ ).

Для заданих ґрунтів:  $\Delta_k = 4 \%$ ;  $k_{vm} = 6,30$

Розрахувати робочий опір агрегату, кН:

- дискування, луцення, культивація, боронування, глибоко-рихлювачі, чизелі

$$R_a = k_{vm} \cdot b_k \pm G_m \cdot \sin \alpha$$

(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.

$$\lambda_q = 0,3$$

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

$$f_{mp} = 0,2$$

на підйом:

$$R_a = 6 \cdot 3,2 + 44,8 \cdot \sin 1^\circ = 19,98;$$

на спуск:

$$R_a = 6 \cdot 3,2 - 44,8 \cdot \sin 1^\circ = 18,42.$$

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

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{Tn} \pm G_{mp} \sin \alpha}, \quad (2.2)$$

на підйом:  $\xi_\delta = 19,98 / (30,84 - 44,8 \cdot \sin 1^\circ) = 0,66$ ; допустимо

на спуск:  $\xi_\delta = 18,42 / (30,84 + 44,8 \cdot \sin 1^\circ) = 0,58$ . допустимо

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 ( $\xi$ ) перевищують допустимі, то розрахунки виконують знову на нижчій робочій передачі руху трактора.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі:

трактора МТЗ-1221 ;  
с-г машини БДТ-3 , який виконує технологічну операцію  
на 2 передачі,  
 $V_p = 8,13$  (рух на підйом) і

$$V_p = \begin{matrix} \text{на} & 2 & \text{передачі,} \\ 8,13 & & \text{(рух на спуск),} \end{matrix}$$

конструктивна ширина захвату  $B_k = b_{кор} \cdot n_{кор} = 3,2$  м.

Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах.

При виконанні технологічної операції, крім безпосередньо лушення, агрегат виконує повороти. Тому, фактичну потужність двигуна визначаємо для двох режимів роботи агрегату: лушення, повороти.

Фактичну потужність двигуна в процесі дискування визначають:

$$N_{\phi p} = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{mp} \eta_{\delta}} \quad (2.3)$$

$$N_{\phi p} = (29,72 * 8,13) / (3,6 * 0,9 * 0,975) = 76,5;$$

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

$P_{руш}$  – рушійна сила, кН;

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

$$P_{руш} = 44,8 * (0,2 + \sin 1^\circ) + 19,98 = 29,72;$$

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

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \quad (2.4)$$

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

$$\delta = 2,5$$

$$\eta_{\delta} = 1 - (2,5/100) = 0,98.$$

Ступінь використання ефективної потужності двигуна:

$$\xi_N = \frac{N_{\phi p}}{N_{ен}}, \quad (2.5)$$

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

$$\xi_{N\phi p} = 76,5/90,4=0,85.$$

допустимо

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

$$\text{площа } F = 100,0 \text{ га; } L = 1000 \text{ м; } C = 1000 \text{ м.}$$

*Рис. 2.1 - Схема руху агрегату по полю*

Визначити ширину заїмки, м:

$$C_{\text{онт}} = \sqrt{16R_n^2 + 2B_p L_p}, \quad (2.6)$$

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

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

$$L_p = L - 2E_p \quad (2.7)$$

де:  $L$  – довжина гону (поля), м;  $L_p = 1000 - (2 * 18,432) = 963,14$ .

$E_p$  – 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]:

$$E_{\text{min}} = h + d_k + e, \quad (2.8)$$

$$E_{\text{min}} = 10,64448 + 1,92 + 4,5 = 17,06;$$

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

$$h = \lambda_E \cdot R_n \quad (2.9)$$

$$h = 2,8 * 3,8016 = 10,64;$$

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:

$$R_n = a_R \cdot R_{no}, \quad (2.10)$$

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

$V_n = 5$  км/год [3, табл. 5.4];

$$R_{no} = 2,88$$

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

при  $V_n = 9$

маємо  $a_R = 1,32$  ;  $R_n = 3,80$

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

$$d_k = v_E \cdot B_k \quad (2.11)$$

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).

$$B_k = 3,2$$

$$d_k = 0,6 * 3,2 = 1,92.$$

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

$$e = a_e \cdot l_a \quad (2.12)$$

$$e = 0,6 * 7,5 = 4,5;$$

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:

$$a_e = 0,6$$

$$l_a = l_{mp} + l_m + l_{д.м} \quad (2.13)$$

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

$$l_{mp} = 4,2 \quad l_m = 3,3 \quad l_{д.м} = 0$$

$$l_a = 4,2 + 3,3 + 0 = 7,5.$$

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):

$$E_p = n_\phi \cdot B_p, \quad (2.14)$$

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

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (2.15)$$

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

$$B_p = 3,2 * 0,96 = 3,07;$$

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

$$n_\phi \geq \frac{E_{min}}{B_p}, \quad (2.16)$$

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.

$$n_\phi = 17,06448 / 3,072 = 6;$$

$$L_p = 963,14;$$

$$E_p = 6 \cdot 3,072 = 18,43;$$

$$C_{onm} = \sqrt{16 \cdot (3,8016^2) + 2 \cdot 3,072 \cdot 963,136} = 78,41.$$

Раціональна ширина заїнки повинна бути кратна подвійній ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{кр} \cdot 2B_p, \quad (2.17)$$

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

$$n_{кр} = \frac{C_{onm}}{2B_p}; \quad (2.18)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{кр} = 78,41 / (2 \cdot 3,072) = 13;$$

$$C_p = 13 \cdot (2 \cdot 3,072) = 78.$$

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 дискуванні петлевим способом із чередуванням заїнок всклад і врозгін:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + \frac{4R_n}{C_p}(2R_n - B_p) + R_n + 2e} \quad (2.19)$$

- при дискуванні обертовим способом: +

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + R_n + 2e} \quad (2.20)$$

- при дискуванні безпетлевим комбінованим способом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_n + 2e} \quad (2.21)$$

$$\varphi = 963,136/(963,136+0,5*78+3,8016+2*4,5)=0,95;$$

Виконати розрахунки режиму роботи агрегату.

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

$$T_P = \tau_{рух} (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.22)$$

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

$T_{обс}$  – час на організаційно-технічне обслуговування ( $T_{обс} = 0,05 \dots 0,13$ ),  
год;  $T_{обс} = 0,1$

Час, затрачений на зупинки для технологічного обслуговування, год:

$$T_{зуп} = T_{обс} + T_{вон} \quad (2.23)$$

$$T_{зуп} = 0,1+0,336=0,44;$$

$$T_P = 0,95*(7-0,436)=6,27.$$

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

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

$$V_{нов} = 9$$

При  $V_p \neq V_{нов}$  маємо:

$$\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\cdot\varphi+1} \quad (2.24)$$

$$\tau_{рух} = (1,11*0,95)/((1,11-1)*0,95+1)=0,95;$$

де:  $k = \frac{V_{нов}}{V_p}$

$$k = 9/8,13=1,11.$$

Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи

виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (2.25)$$

$$\tau_{зм} = 6,27/7=0,9.$$

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

$$W_{зм} = 0,1B_p V_p \tau_{зм}, \quad (2.26)$$

$$W_{зм} = 0,1*3,072*8,13*0,9=2,24.$$

Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{зм} \cdot T_{зм} \quad (2.27)$$

$$W_{зм} = 2,24*7=15,65.$$

Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

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

$$g_{за} = \frac{G_{Tp}T_p + G_{Tx}T_{нов} + G_{Tзуп}T_{зуп}}{T_{зм}W_{зм}}, \quad (2.28)$$

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

$$G_{Tp} = 25 \quad G_{Tx} = 12 \quad G_{Tзуп} = 2,4$$

$T_p$ ,  $T_{нов}$ ,  $T_{зуп}$ ,  $T_{пер}$  – час, затрачений на чисту роботу, на повороти, на зупинки і переїзди, год.

Час, затрачений на повороти, год:

$$T_{нов} = \tau_{нов} \cdot T_p, \quad (2.29)$$

$$\tau_{нов} = 0,05*6,27=0,31;$$

$$T_{нов} = 0,31 \cdot 6,27 = 1,96;$$

$$g_{га} = (25 \cdot 6,27 + 12 \cdot 1,96 + 2,4 \cdot 0,436) / (7 \cdot 2,24) = 11,58.$$

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

$$Z_{n.га} = \frac{m}{W_{зм}}, \quad (2.30)$$

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

$$Z_{n.га} = 1 / 2,24 = 0,45.$$

Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га:

$$A_n = H_n \cdot g_{га} \quad (2.31)$$

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

$$A_n = 4,166 \cdot 11,58 = 48,25 \cdot 10^7.$$

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	$g_{га}$ , Га	$Z_{n.га}$ , ЛЮД год/га	$A_n$ , Дж/кг
2,24	11,58	0,45	$48 \cdot 10^7$

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

### **3.1 Необхідність застосування пристрою**

Сучасні умови вимагають від аграріїв наявності ефективного парку дискових борін з модернізованими основними елементами техніки. Це необхідно для підвищення продуктивності агрегатів і зниження витрат на обробку ґрунту.

У рамках цього проекту пропонується модернізація дискової борони БДТ-3 шляхом встановлення дисків з глибшими вирізами, що формують п'ять ножів.

Такий підхід дозволить посилити руйнування грудок і подрібнення поживних залишків, а також покращить вирівнювання та ущільнення ґрунту завдяки коткам, що сприятиме створенню оптимальних умов. Крім того, завдяки зниженому опору таких дисків, агрегат працюватиме з більшою швидкістю та, відповідно, має вищу продуктивність.

### **3.2 Будова і робота пристрою.**

Основний робочий елемент дискової борони – це сталевий сферичний диск спеціальної форми з діаметром 650 мм. Кілька таких дисків, встановлених на вісь квадратного перерізу, утворюють батарею (рис. 3.1). Для більш ефективного кришення грудок диски задніх батарей мають зміщення щодо передніх. Кут між площиною обертання диска і лінією напрямку руху машини називається кутом атаки  $\alpha$ , який для дискової борони ДБТ становить  $6 \dots 18^\circ$ .

Під час роботи диски, контактуючи з ґрунтом, обертаються, зрізаючи порцію ґрунту, яку піднімають на свою внутрішню сферичну поверхню. Після цього ґрунт падає і відкидається в бік. Завдяки цьому процесу ґрунт кришиться та перемішується. При збільшенні кута атаки диски глибше вриваються в ґрунт, а глибину обробітку можна регулювати зміною кута атаки або тиску дисків на землю, який регулюється масою додаткового баласту на рамі машини.

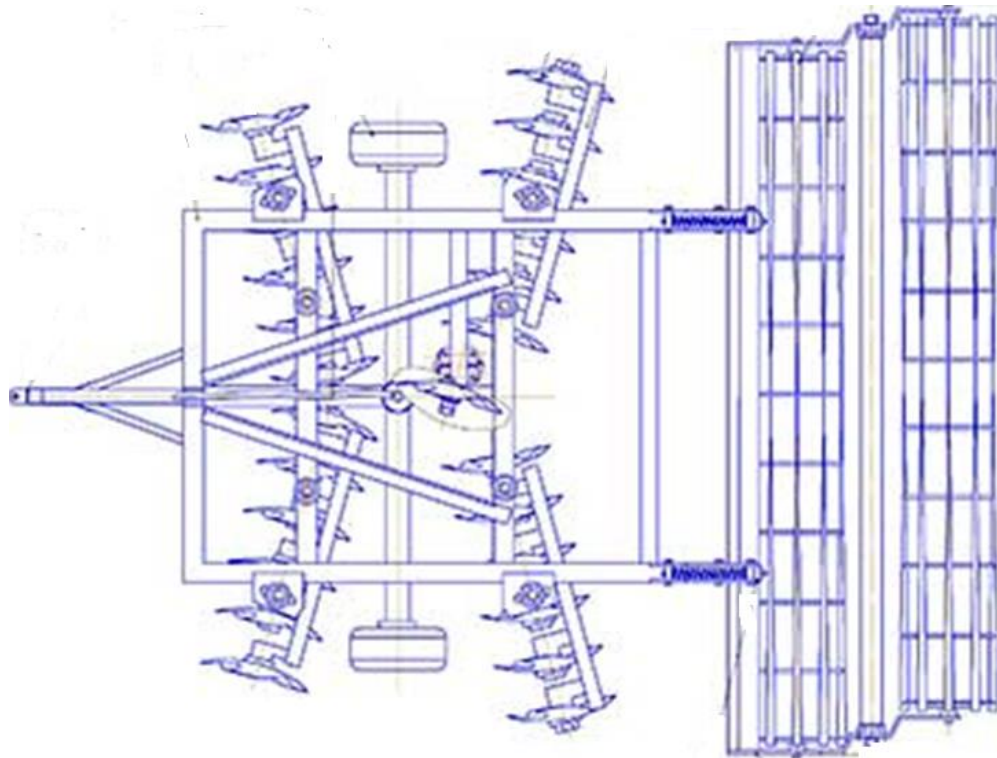


Рис. 3.1 - Загальний вигляд БДТ-3

Дискова борона БДТ-3 складається з чотирьох батарей, рами, механізму автозчеплення та котків для прикочування. Передні батареї оснащені 7 дисками, а задні мають 8. Глибину обробки ґрунту можна регулювати, змінюючи кут атаки дисків. Доступні конструктивні кути атаки: 6°, 9°, 15° та 18°.

### 3.3. Інженерні розрахунки.

#### Розрахунок болтів на зрізання

Стійка знаходиться під дією двох сил:  $P_1 = 10\text{кН}$  та  $P_2 = 3,22\text{кН}$  при розпушенні. Розраховується тяговий опір диска за формулою:

$$R_{\text{л}} = K_{\text{нит}} \cdot b_{\text{л}} \quad (3.1)$$

де  $K_{\text{нит}}$  – питомий опір ґрунту, кН/м;

$b_{\text{л}}$  – ширина захвату плоскоріжучої лапи, м.

$$R_{\text{л}} = 2,8 \cdot 1,15 = 3,22\text{кН}$$

Зусилля  $P_1$  діє з плечем 900мм від центрів болтів,  $P_2$  з плечем 540мм.

$$l_1 = 900\text{мм}, R_1 = 10\text{кН},$$

$$l_2 = 540\text{мм}, R_2 = 3.22\text{кН}.$$

Проводимо розрахунки:

Запишемо рівняння моментів сил відносно т. В.

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ \sum P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2 - 2R_A \cdot Q & \quad (3.2) \end{aligned}$$

$$\text{Тоді: } 2R_A \cdot Q = P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2$$

$$R_A = \frac{P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2}{2 \cdot Q}$$

$$R_A = \frac{900 \cdot 10 + 3.22 \cdot 540}{2 \cdot 100} = 53.7\text{кН}$$

Допустима площа поперечного перерізу болта:

$$F = \frac{R_A}{[\tau_{cp}]} \quad (3.4)$$

де  $[\tau_{cp}] = 1400\text{кН} / \text{см}^2$  – допустиме напруження при зрізі для сталі 3.

$$F = \frac{5370}{1400} = 3.83\text{см}^2$$

Звідси отримуємо діаметр болтів:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (3.5)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3.83}{3.14}} = 1.21\text{см}$$

Діаметри болтів дорівнюють 14 мм. Отже вони повністю підходять для наших навантажень і підсилення не потребують.

#### 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Метою цієї кваліфікаційної роботи є обґрунтування вибору технічних засобів для процесу підготовки ґрунту до висіву кукурудзи в межах підприємства. Для оцінки ефективності запропонованих рішень у роботі проводиться порівняння показників технологій вирощування кукурудзи на зерно.

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 ( $I_P$ ), грн.	29160,55	25129
4. Амортизаційні відрахування ( $A$ ), грн.	33646,79	28995
5. Витрати пального ( $I$ ), 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
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.	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

продовження таблиці 4.1

Таблиця 4.2 - 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. Додатковий прибуток, тис. грн.		45,47	

**Висновок:** розрахунки свідчать, що в господарстві втілення новітньої технології вирощування кукурудзи на зерно забезпечує збільшення обсягу виробництва продукції на 5,26%, попри збільшення собівартості на 6,94 %, з площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 45,47тис.грн.

## ВИСНОВКИ

Останнім часом технологія виробництва кукурудзи на підприємстві не сприяла стабільному зростанню врожаїв. Технологічні процеси не завжди виконувалися на найвищому рівні, зважаючи на наявний парк машин та склад агрегатів.

Удосконалена технологія вирощування кукурудзи, розроблена в нашій роботі, дозволить підвищити врожайність, а також знизити витрати на обробку та експлуатацію техніки.

Аналіз технології обробітку ґрунту перед посівом показав, що нерівність його поверхні є важливим чинником, що погіршує якість посівного процесу. Модернізація борони БДТ-3, яку ми пропонуємо, дозволить ефективно вирівнювати поверхню ґрунту та формувати однорідну фракційну структуру агрегатів ґрунту.

Застосування цих заходів призведе до збільшення собівартості на 6,94%, але при цьому валовий збір зросте на 5,26%. Це означає, що на кожні 100 га посівів підприємство зможе отримати додатковий прибуток у розмірі 45,47 тис. грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Процеси, машини та обладнання АПВ: навч. посіб. / М. О. Свірень, В. П. Смірнов, І. М. Осипов та ін. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2018. - 296 с.
2. Сільськогосподарські машини: 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. Аналіз технологічних систем. Обґрунтування інженерних рішень: навч. посіб. / І.В. Гунько, О.О. Галушак, С.М. Кравець – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 216 с.
4. Основні технологічні помилки при обробці ґрунту та їх запобігання [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 із машиновикористання в рослинництві : навчальний посібник / А. С. Лімонт [та ін.]. - Київ : Кондор, 2022. - 284 с.
6. Степанець О.І. Обґрунтування параметрів і конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату, побудованого на принципах біоніки: дипломна робота на звання магістр / 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. Вітчизняна техніка для загортання рослинних решток [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-vysokykh-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 здобувачами 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.

# ДОДАТКИ