

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 сої в умовах ФГ
«Юлія» Сумського району Сумської області»

Виконав:

(підпис)

Петрусенко Д.М.,

(Прізвище, ініціали)

Група:

_____ AI 2101 – 2

(Науковий) керівник:

(підпис)

Харченко Ф.М.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

АНОТАЦІЯ

Петрусенко Д.М.

**Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів сої в умовах ФГ
«Юлія» Сумського району Сумської області**

ОПП Агроінженерія

Спеціальність 208 Агроінженерія

Сумський національний аграрний університет

М. Суми, 2025р.

Пояснювальна записка містить в собі 45 аркуши, 14 – 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 сої 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: соя, машиновикористання, агрегат, умови праці, машинотракторний парк, використання техніки, технологія.

ANNOTATION

Petrusenko D.M.

**Technical support for soil preparation for soybean sowing in the conditions
of the FG «Yulia» of the Sumy District of the Sumy Region**

EPP Agroengineering

Specialty 208 Agroengineering

Sumy National Agrarian University

Sumy, 2025

The explanatory note contains 45 sheets, 14 - 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 soybeans 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: soybeans, 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	8
1.3. Склад і використання МТП господарства	9
2 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	12
2.1 Технологія вирощування сої і технічне її забезпечення	12
2.2 Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічного процесу "дискування"	15
2.3 Організація виконання технологічного процесу "дискування"	24
3 КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА.	35
3.1 Конструкція та принцип роботи	35
3.2 Інженерні рорахунки	36
4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	39
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	43

ВСТУП

Сучасне виробництво рослинницької продукції ґрунтується на застосуванні інтенсивних методів вирощування агрокультур. Вони включають комплекс технологічних прийомів, спрямованих на повну реалізацію генетичних можливостей сорту, що дозволяє отримати врожайність, яка перевищує рівень, обумовлений природними кліматичними умовами регіону. Основним принципом таких методів є створення оптимальних умов на всіх етапах розвитку рослин.

Будь-який технологічний процес потребує відповідного технічного забезпечення. Без необхідних механізмів та обладнання неможливо реалізувати прогресивні технологічні рішення, тому забезпечення сучасних методів вирощування відповідними засобами є ключовим завданням у практичному застосуванні.

Максимальний ефект досягається при використанні правильно підібраних механізованих засобів, адаптованих до конкретної технології. Для кожного етапу виробничого процесу необхідно оптимізувати використання техніки, що гарантує своєчасне виконання робіт, високу якість обробки та мінімізацію витрат ресурсів і людської праці. Це дозволяє зменшити собівартість продукції, одночасно підвищуючи її якість.

У цій роботі проаналізовано раціональне використання засобів механізації для впровадження інтенсивної технології вирощування сої.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Розташування та напрямок

Фермерське господарство «Юлія» здійснює вирощування сільськогосподарських культур на орендованих угіддях, розташованих в Сумському районі. Основним напрямком діяльності підприємства є виробництво зернових та технічних культур. Клімат у цьому регіоні сприятливий для агровиробництва, що забезпечує стабільні врожаї. Погодні умови тут помірні: влітку майже не трапляються тривалі посухи, а зимові морози бувають рідко. За рік випадає приблизно 510–640 мм опадів у вигляді дощів і снігу. Ґрунтовий покрив представлений здебільшого родючими чорноземами з вмістом гумусу близько 40%.

1.2 Землекористування та структура посівних площ

У фермерському господарстві «Юлія» земельні ділянки обробляються досить активно, що підтверджується стабільно високими врожаями в попередні роки. Детальний розподіл земельних ресурсів цього господарства наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Структура земельних площ

Найменування та вид використання	Площа, га
Загальна площа	1602
Сільськогосподарські угіддя, в тому числі	1602
Рілля	1556
Ставки і водоймища	10
Площа лісу	36

Дані щодо змін у врожайності та розподілі посівних площ основних культур у 2022–2024 роках наведені в таблиці 1.2. З неї видно, що в фермерському господарстві «Юлія» найбільшу частку займають посіви пшениці, кукурудзи та соняшнику.

Структура посівних площ і врожайність основних с – г культур.

Культури	2022 рік		2023 рік		2024 рік	
	Площа, га	Урожайність, ц /га	Площа, га	Урожайність, ц /га	Площа, га	Урожайність, ц /га
Пшениця озима	120	43,0	230	42,1	300	40,0
Овес	50	46,4	35	38,1	40	36,9
Кукурудза на зерно	500	44,7	500	82,7	540	47,9
Соняшник	400	19,0	390	18,4	420	19,2
Соя	200	25,0	290	24,0	256	27,6

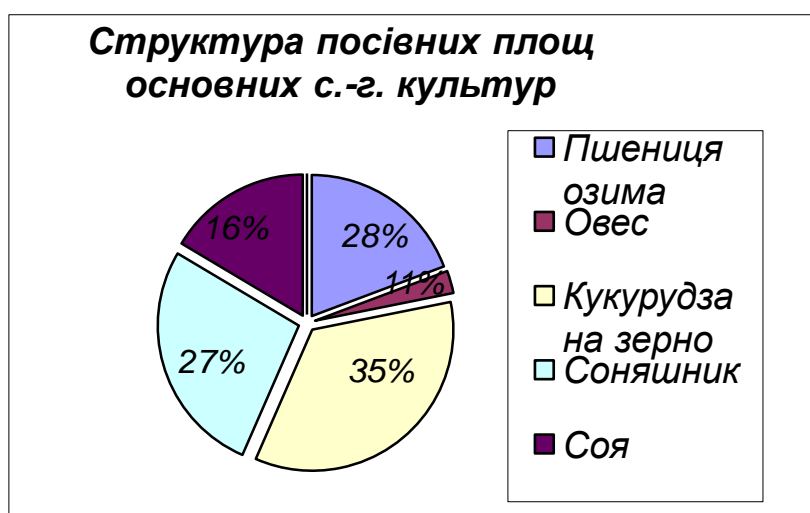


Рис. 1 Структура площ.



Рис. 2. Динаміка площ під агрокультурами та їх врожайність

1.3 Склад і використання МТП господарства

Перелік тракторів наведено в таблиці 1.4, а аграрної техніки – у таблиці 1.5.

Таблиця 1.4

Наявність сільськогосподарських машин

Назва	Марка	Кількість
Зернозбиральні комбайни	John Deere 1188	1
Плуги	ПЛН – 3 – 35	2
	ПЛН – 4 – 35	2
	ПО-5	2
Культиватори/борони	КПС – 8	2
	КПС – 4	2
	УСМК – 5,4	1
	БНД-3	2
	Паллада 3200	3
	КРН - 4,2	1
Розкидачі добрив	МВУ-0,5	1
	МВУ-5	1
	ПРПВ-5,5	1
	РОУ – 6	1
	ПРТ – 10	2
Підживлювачі – оприскувачі	ОПВ – 2000	1
Сівалки	Astra – 3,6	2
	Astra – 6	4
	Vesta – 8	3
	УПС – 6	2
Причепи тракторні	2ПТС – 4,45	2
	ПТС – 9	2
	ПТС - 4	3

Таблиця 1.4.

Склад тракторного парку

Марка тракторів	Кількість, шт.
ХТЗ-17221	3
МТЗ – 1221	3
МТЗ – 1025	2
John Deere 6135	2
Всього	10

ФГ “Юлія” має середній рівень забезпеченості енергетичними ресурсами для обробки сільськогосподарських угідь. Це дає змогу укомплектувати машинно-тракторний парк для виконання всіх етапів технологічного процесу.

2 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Особливості вирощування сої і його технічне забезпечення

Соя є однією з найважливіших культур для аграрного сектору північного сходу України, оскільки вона відіграє ключову роль у сівозміні, збагаченні ґрунтів азотом та забезпеченні високобілковим кормом тваринництво. Вирощування цієї культури в даному регіоні має свої особливості, які зумовлені як кліматичними, так і агротехнічними факторами. Континентальний клімат з порівняно коротким вегетаційним періодом, нерівномірним розподілом опадів та ризиком літніх посух висуває специфічні вимоги до вибору сортів, підготовки ґрунту, удобрення та технічного забезпечення процесу вирощування.

Оптимальними для регіону є скоростиглі та середньостиглі сорти, які мають високу адаптивність до коливань температурного режиму та вологості. Підбір якісного насінневого матеріалу, його обробка інокулянтами для покращення азотфіксації і стійкості до стресових факторів є необхідними умовами для отримання високого врожаю.

Ґрунти північного сходу України, переважно чорноземи та сірі лісові, потребують глибокого розпушування та забезпечення достатнього рівня фосфорно-калійного живлення. Весняна підготовка включає боронування, вирівнювання поверхні та внесення стартових доз мінеральних добрив. Умови регіону сприяють розвитку бур'янів, тому важливим етапом є застосування системи захисту культури від конкуренції з небажаною рослинністю. Це передбачає використання як ґрунтових, так і післясходових гербіцидів залежно від фази розвитку культури та ступеня забур'яненості.

Технічне забезпечення вирощування сої включає весь комплекс механізованих операцій – від передпосівної підготовки до збирання врожаю. Високопродуктивні сівалки точного висіву забезпечують рівномірне розміщення насіння та зменшення міжрядової конкуренції. Внесення добрив і засобів захисту здійснюється за допомогою широкозахватних обприскувачів, які гарантують ефективне покриття рослин та економію робочих розчинів. У процесі вегетації

доцільним є застосування регуляторів росту, що стимулюють розвиток кореневої системи та підвищують стійкість до стресових умов.

Передпосівний обробіток ґрунту для сої має велике значення, оскільки ця культура дуже чутлива до якості підготовки ґрунту. Основне завдання обробітку – створити оптимальні умови для проростання насіння, забезпечити доступ повітря та вологи, а також зменшити кількість бур'янів, які можуть конкурувати з культурою за ресурси. Залежно від попередника, типу ґрунту та рівня його ущільнення застосовуються різні методи обробітку. Якщо ґрунт важкий, ущільнений або схильний до утворення кірки, необхідне глибоке рихлення. У випадку легких ґрунтів часто досить поверхневого обробітку. Основний обробіток може включати оранку або безвідвальну технологію з використанням глибокорозпушувачів. Весняний передпосівний обробіток зазвичай передбачає боронування та культивуацію для вирівнювання поверхні й збереження вологи.

Для посіву сої використовують сівалки точного висіву або звичайні зернові сівалки, які забезпечують рівномірне загортання насіння на задану глибину. Глибина загортання визначається типом ґрунту та вологістю: на важких ґрунтах вона менша, на легких – більша, але в середньому становить 3-5 см. Важливо дотримуватися оптимальної норми висіву, яка залежить від сорту та умов вирощування. Висівають сою, коли ґрунт прогріється до 10-12°C, що сприяє дружному проростанню. Ширина міжрядь може варіюватися від 15 до 45 см, що впливає на густоту стояння рослин та подальший догляд за посівами.

Для забезпечення якісного передпосівного обробітку та сівби використовують різноманітну техніку, включаючи плуги, дискові борони, культиватори, котки, посівні комплекси. Використання сучасних сівалок із системами контролю висіву, автоматичного регулювання глибини та розподілу насіння дозволяє отримати рівномірні дружні сходи, що є запорукою високої врожайності.

Вирощування сої вимагає ретельного підходу до удобрення, оскільки ця культура має свої особливості щодо споживання поживних речовин. Вона здатна фіксувати атмосферний азот за допомогою бульбочкових бактерій, тому основний акцент робиться на інших елементах живлення – фосфорі, калії, сірці,

борі та молібдені. Перед сівбою доцільно проводити аналіз ґрунту, щоб визначити, яких речовин бракує. Фосфорні та калійні добрива зазвичай вносять восени під основний обробіток ґрунту, забезпечуючи достатній запас поживних речовин для формування кореневої системи. Азотні добрива застосовують обмежено, оскільки надмірне внесення може знизити ефективність симбіотичної фіксації азоту.

При підготовці насіння часто використовують інокулянти. Це дозволяє підвищити ефективність азотфіксації та зменшити потребу в азотних добривах. Внесення мікроелементів, таких як молібден і бор, має велике значення для активізації процесів азотфіксації та покращення цвітіння й зав'язування бобів.

Технічне забезпечення процесів удобрення включає різні типи агрегатів. Для основного внесення фосфорно-калійних добрив використовуються розкидачі мінеральних добрив, які забезпечують рівномірний розподіл гранул по поверхні ґрунту. При рядковому внесенні добрив у процесі сівби застосовують сівалки з туковисівними апаратами, що дає змогу забезпечити рослини поживними речовинами з самого початку вегетації. Листкове підживлення мікроелементами здійснюється за допомогою обприскувачів, що дозволяє швидко компенсувати дефіцит необхідних елементів на певних стадіях росту. Правильний вибір техніки та раціональне внесення добрив сприяють підвищенню врожайності сої та ефективному використанню ресурсів.

Збирання врожаю сої у північно-східному регіоні України має бути своєчасним, оскільки запізнення може призвести до розтріскування бобів та втрати насіння. Комбайни з відповідними пристосуваннями для зменшення втрат дозволяють ефективно здійснювати збирання та мінімізувати механічні пошкодження зерна. Очищення та сушіння насіння після збирання є необхідним для забезпечення високої якості товарного матеріалу та збереження схожості насіння на наступний сезон.

Таким чином, успішне вирощування сої в північно-східній частині України вимагає комплексного підходу, що включає правильний вибір сорту, застосування ефективної агротехніки та сучасного технічного забезпечення всіх етапів вирощування культури.

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_{en} , кВт	Маса технічного засобу, кг			Продуктивність за годину основного часу W_o , га/год	Питомі витрати палива g_{en} , г/кВт год
Агрегат		Трактора	с - Г машини	самохідного агрегату		
1. МТЗ-1221+БНД-3	90,4	4480	1400		3,8	226
2. МТЗ-1221+Паллада	90,4	4480	1700		3,8	226

Продуктивність технічного засобу, га/год:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$g_{za2} = 0,0904 \cdot 226 / 3,078 = 6,64;$$

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

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

Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{\text{нп}} = \alpha_n g_{\text{за}} + \sum_{m=1}^m \alpha_{mi} g_{mi} + \frac{\alpha_{mp} M_{mp} + \sum_{np=1}^n \alpha_{np} M_{np} + \sum_{p=1}^k \alpha_p M_p + \sum_{i=1}^j \alpha_i N_i}{W_{\text{з.з.м}}} \quad (1.3)$$

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

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

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

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

$$\alpha_{mi1} = 0,000 \qquad \alpha_{mi2} = 0,000$$

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

$$g_{mi1} = 0,000 \qquad g_{mi2} = 0,000$$

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

$$\alpha_{mp1} = 0,0243 \qquad \alpha_{mp2} = 0,0243$$

$$\alpha_{pm1} = 0,080 \qquad \alpha_{pm2} = 0,080$$

M_{mp}, M_p – маса трактора, причепів, зчіпки, робочих машин, кг; (табл.1.1);

$$M_{mp1} = 4480 \qquad M_{mp2} = 4480$$

$$M_{p1} = 1400 \qquad M_{p2} = 1700$$

α_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).

$$N_i = 1$$

$$E_{m1} = (52,8*6,64+0*0)+((0,0243*4480+0,08*1400+(60,8+0*1))/3,078):$$

$$=441,97;$$

$$E_{m2} = (52,8*6,64+0*0)+((0,0243*4480+0,08*1700+(60,8+0*1))/3,078):$$

$$=449,77;$$

Собівартість години роботи технічного засобу, грн./год:

$$C_{mз} = A + K + З_{\delta} + П + C_{m.} + З_n + B_n + B_m + B_{mo}; \quad (1.4)$$

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

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

$З_{\delta}$ – витрати на зберігання технічних засобів, грн./год;

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

$C_{m.}$ – страхові внески, грн./год;

$З_n$ – 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	МТЗ-1221	МТЗ-1221
Вартість, грн.	1500000	1500000
Марка с-г машини	БНД-3	Паллада
Вартість, грн.	200000	300000

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

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

$$Ц_{km1} = 6*4480=26880;$$

$$Ц_{км2} = 6*4480=26880;$$

$$Ц_{кв-21} = 6*1400=8400;$$

$$Ц_{кв-22} = 6*1700=10200;$$

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

$M_{тз}$ – 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;

$$T_{с.г.м1} = 10$$

$$T_{с.г.м2} = 10$$

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

[3 табл. 6.7],

$$T_{з.тп1} = 1600$$

$$T_{з.тп2} = 1600$$

$$T_{з.сгм1} = 200$$

$$T_{з.сгм2} = 200$$

$$A_{тп1} = (1500000-26880)/(10*1600)=92,07;$$

$$A_{тп2} = (1500000-26880)/(10*1600)=92,07;$$

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

$$A_{сгм2} = (300000-10200)/(10*200)=144,9;$$

$$A_{азп1} = 92,07+95,8=187,9;$$

$$A_{азп2} = 92,07+144,9=237;$$

Витрати на погашення кредиту, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини)

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

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

$$K_{тп1} = ((1500000-26880)*0,28)/(2*10*1600)=12,89;$$

$$K_{тп2} = ((1500000-26880)*0,28)/(2*10*1600)=12,89;$$

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

$$K_{c2M2} = ((300000-10200)*0,28)/(2*10*200)=20,286;$$

$$K_1 = 12,89+13,412=26,3;$$

$$K_2 = 12,89+20,286=33,18;$$

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 ($a = 0,01$).

$$Z_{\delta,mp1} = ((1500000-26880)*0,01)/(10*1600)=0,921;$$

$$Z_{\delta,mp2} = ((1500000-26880)*0,01)/(10*1600)=0,921;$$

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

$$Z_{\delta,c2M2} = ((300000-10200)*0,01)/(10*200)=1,449;$$

$$Z_{\delta1} = 0,921+0,958=1,879;$$

$$Z_{\delta2} = 0,921+1,449=2,37;$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$\Pi = \frac{\Pi_p}{T_3} \quad (1.9)$$

де: Π_p – річний податок, грн.

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

$$\Pi_{pm1} = 400$$

$$\Pi_{pm2} = 400$$

$$\Pi_{pc21} = 0$$

$$\Pi_{pc22} = 0$$

$$\Pi_{mp1} = 400/1600=0,25;$$

$$\Pi_{mp2} = 400/1600=0,25;$$

$$\Pi_{c2M1} = 0/200=0;$$

$$\Pi_{c2M2} = 0/200=0;$$

$$П_1 = 0,25+0=0,25;$$

$$П_2 = 0,25+0=0,25;$$

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+БНД-3	81,53	1. МТЗ-1221+БНД-3	0
2. МТЗ-1221+Паллада 320	81,53	2. МТЗ-1221+Паллада 320	0

$$З_{n1} = 81,53+0=81,53;$$

$$З_{n2} = 81,53+0=81,53;$$

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

$$B_n = (1,1...1,15) Ц_n \cdot g_{za} \gamma_n \cdot W_{z.3m}, \quad (1.11)$$

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

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

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

$$B_{n2} = 1,15 \cdot 50 \cdot 6,64 \cdot 1,2 \cdot 3,078 = 1409,7;$$

Вартість технічного обслуговування, грн./год.

(визначається окремо для трактора і робочої машини)

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

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

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

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

$$\alpha_{mom3} =$$

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

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

$$\alpha_{moc3} =$$

$$B_{mo.mp1} = ((1500000-26880) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 3,7;$$

$$B_{mo.mp1} = ((1500000-26880) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 3,7;$$

$$B_{mo.czm1} = ((200000-8400)*0,16)/(2*10*200)=7,7;$$

$$B_{mo.czm1} = ((300000-10200)*0,16)/(2*10*200)=11,6;$$

$$B_{mo.1} = 3,7+7,7=11,3;$$

$$B_{mo.2} = 3,7+11,6=15,3;$$

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

$$C_{mз} = 187,9+26,3+1,879+0,25+81,53+1409,7+11,3=1718,9;$$

$$C_{mз} = 237+33,18+2,37+0,25+81,53+1409,7+15,3=1779,3;$$

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+БНД-3	3,08	6,64	442,0	1718,9
2. МТЗ-1221+Паллада 3200	3,08	6,64	449,8	1779,3

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+БНД-3	0,32	6,64	442,0	1718,9	381587,37
2. МТЗ-1221+Паллада 3200	0,32	6,64	449,8	1779,3	401909,57

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).

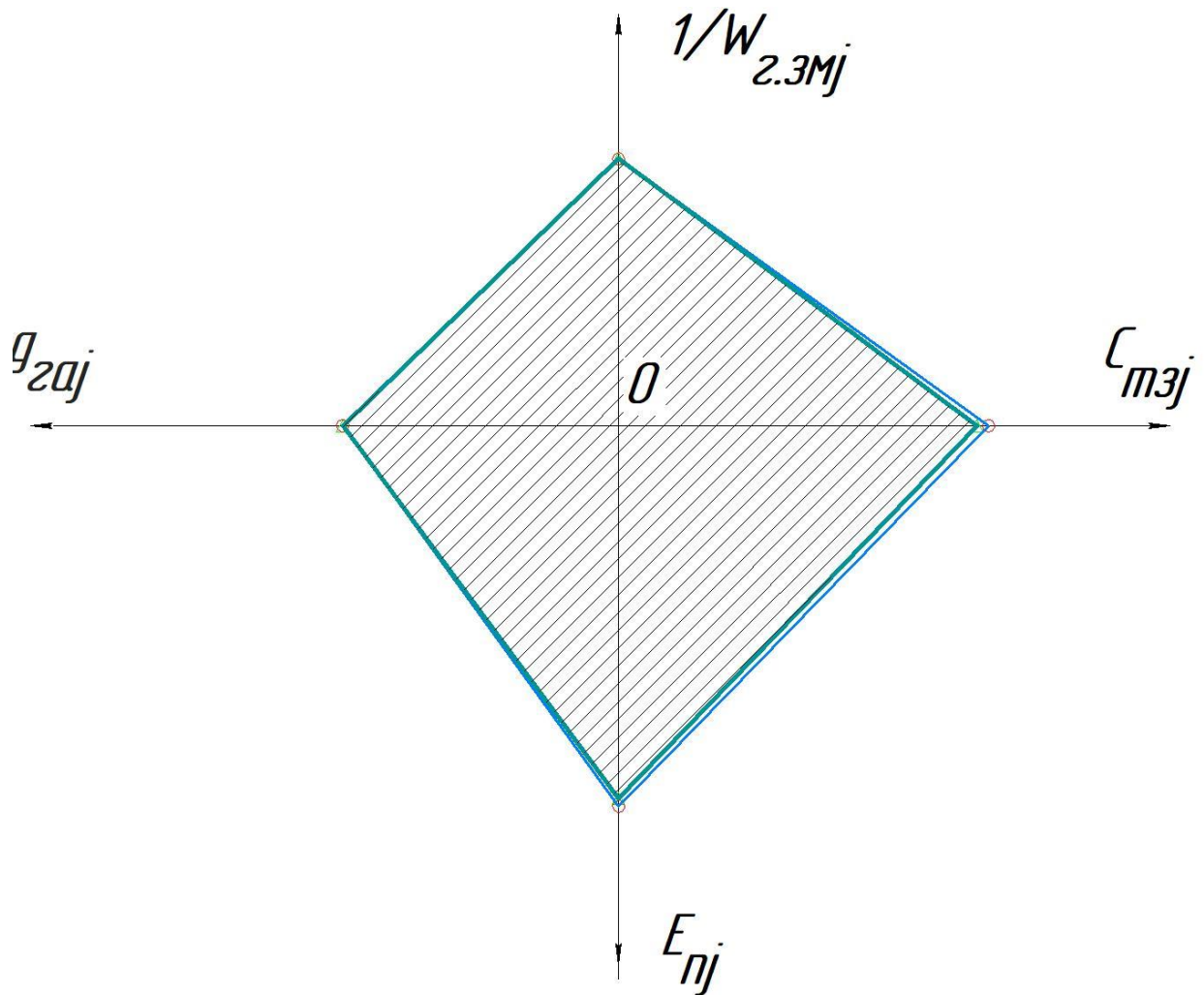


Рис. 2.1 Графічний метод Паретто

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

$$\Pi_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{2.3Mj}} \cdot g_{2aj} + \frac{1}{2} g_{2aj} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{m3j} + \frac{1}{2} C_{m3j} \cdot \frac{1}{W_{2.3Mj}} \quad (1.13)$$

$$\Pi_1 = (0,5 \cdot 0,32 \cdot 6,64) + (0,5 \cdot 6,64 \cdot 441,97) + (0,5 \cdot 441,97 \cdot 1718,87) + (0,5 \cdot 1718,87 \cdot 0,32) = 381587,4;$$

$$\Pi_2 = (0,5 \cdot 0,32 \cdot 6,64) + (0,5 \cdot 6,64 \cdot 449,77) + (0,5 \cdot 449,77 \cdot 1779,27) + (0,5 \cdot 1779,27 \cdot 0,32) = 401909,6;$$

Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі Π_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 Π_0 по формулі 13.

$$\Pi_0 = (0,5 \cdot 0,32 \cdot 6,63755685510072) + (0,5 \cdot 6,63755685510072 \cdot 441,97) + (0,5 \cdot 1718,87 \cdot 0,32) = 381587,37.$$

В останню колонку таблиці 1.5 заносимо узагальнений критерій відстані до цілі (μ), 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	$\frac{I}{W_{z.zmj}}$	g_{za} , кг/га	E_n , МДж/га	C_{mz} , грн./год	Π_j	μ
1. МТЗ-1221+БНД-3	0,32	6,64	441,97	1718,87	381587,4	1,00
3200	0,32	6,64	449,77	1779,27	401909,6	1,05
Ідеал	0,32	6,64	441,97	1718,87	381587,4	1

Порівнюючи значення μ_j різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням μ_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: БНД-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: БНД-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 агропустимих 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
БНД-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: ξ_k – коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання машини

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

$$\xi_k = 0,95$$

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

$$\Delta C = 2$$

Δk — збільшення питомого опору робочими органами при підвищенні вологості ґрунту, %.

Для визначення приросту Δk 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 (Δ) 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, лушення, культивуація, боронування, глибоко-рихлювачі, чизелі

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

(знак "+" відповідає руху на підйом)

де: λ_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],
на підйом:

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

$$R_a = 6 \cdot 3,2 + 44,8 \cdot \sin 4^\circ = 22,33;$$

на спуск:

$$R_a = 6 \cdot 3,2 - 44,8 \cdot \sin 4^\circ = 16,07.$$

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: $\xi_\delta = 22,33 / (30,84 - 44,8 \cdot \sin 4^\circ) = 0,81;$

допустимо

на спуск: $\xi_\delta = 16,07 / (30,84 + 44,8 \cdot \sin 4^\circ) = 0,47.$

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 (ξ) 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 БНД-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 луцення, агрегат виконує повороти. Тому, фактичну потужність двигуна визначаємо для двох режимів роботи агрегату: луцення, повороти.

Фактичну потужність двигуна в процесі дискування визначають:

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

$$N_{\phi p} = (34,41 \cdot 8,13) / (3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,975) = 88,56;$$

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

$P_{руш}$ – рушійна сила, кН;

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

$$P_{руш} = 44,8 \cdot (0,2 + \sin 4^\circ) + 22,33 = 34,41;$$

η_{δ} – коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування трактора, %;

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

δ - 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 ξ_N розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату:

$$\xi_{N\phi p} = 88,56/90,4=0,98. \quad \text{допустимо}$$

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 загінки, 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; $L_p = 1000 - (2 \cdot 18,432) = 963,14$.

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 ;

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

$$h = 2,8 \cdot 3,8016 = 10,64;$$

де: λ_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:

$$a_e = 0,6$$

$$l_a = l_{mp} + l_m + l_{\Delta.m} \quad (2.13)$$

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

$$l_{mp} = 4,2 \quad l_m = 3,3 \quad l_{\Delta.m} = 0$$

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

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

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

n_ϕ - 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.

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

$$W_{зм} = 0,1 * 3,072 * 8,13 * 0,9 = 2,24.$$

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:

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

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

$$Z_{н.га} = 1/2,24 = 0,45.$$

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

3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА.

3.1 Конструкція та принцип роботи

Ознайомимося з базовою конструкцією, яку планується модернізувати в цій роботі (рис. 3.1). Представлена борона складається з передньої та задньої секцій, кожна з яких має раму, утворену двома напіврамами. Секції між собою з'єднані шарнірами. Диски передньої секції мають вирізи та діаметр 560 мм, тоді як диски задньої спрямовані у протилежний бік, але їхній розмір залишається незмінним.

Кутовий нахил секцій і кут атаки дискових батарей регулюється за допомогою обмежувача, який фіксується в одному з чотирьох положень. Щоб уникнути утворення борозни після проходження крайнього правого диска задньої секції, до рами можна прикріпити кронштейн із загортачем. Конструкція оснащена причіпним пристроєм.

Однак у базовій версії присутній недолік, що негативно впливає на ефективність роботи агрегату. Простір між протилежно розташованими батареями не обробляється належним чином. Через особливості розміщення крайніх дисків можуть виникати заглиблення в ґрунті, що призводить до недостатнього подрібнення та зароблення рослинних решток.

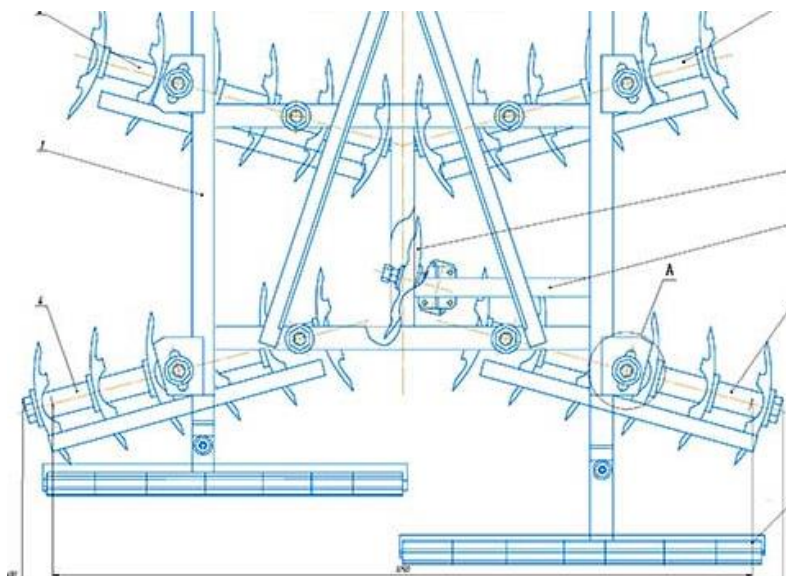


Рис. 3.1 - Схема дискової борони

Ми пропонуємо вдосконалення дискової борони шляхом додавання в зону між батареями додаткової стійки, оснащеної сферичним вирізним диском. Цей елемент дозволить ефективно обробляти зону стику між батареями, що усуне зазначений недолік.

Таке вдосконалення сприятиме покращенню якості обробітку ґрунту дисковими елементами, що є важливою частиною підготовки поля для посіву соняшнику. В результаті цього створяться оптимальні умови для успішного проведення посіву.

3.2 Інженерні розрахунки

Під час руху борони по полю енергія витрачається на зняття верхнього шару ґрунту, руйнування грудок, подолання опору ґрунту та інші фактори. З урахуванням маси сільськогосподарської машини та швидкості агрегату можна записати наступне:

$$N_{\text{об}} = \frac{G \cdot f \cdot V_M + P\beta}{3.67 \cdot 10^2} \quad (1)$$

де: G – маса борони, кг;

f – коефіцієнт опору;

V_M – швидкість обробки, $\frac{\text{км}}{\text{год}}$;

P – питомий опір, ґрунту при дисковому боронуванні, кг;

β – ширина захвату машини, м.

Тоді,

$$N_{\text{об}} = \frac{1350 \cdot 0.14 \cdot 6 + 200 \cdot 4}{3.67 \cdot 10^2} = 5.3$$

Розрахунок болтового з'єднання на зріз

Для розрахунків на зріз розглянемо болтове з'єднання, з'єднуюче стійку вирізного диска з рамою.

Болт встановлений в отвір з'єднаних елементів без зазору через значне здвигаюче навантаження.

Здвигаюче зусилля $S(H)$ сприймається безпосередньо самим болтом, що працює на зріз.

$$\tau = \frac{4S}{\pi d_0^2 i Z} \leq [\tau] \quad (2)$$

де: i – число площі зрізу;

$[\tau]$ – напруга, що допускається на зріз матеріалу болта ($[\tau] = (0,2 \dots 0,3) \sigma_T$, $\sigma_T = 480$ МПа; $[\tau] = 144$ МПа.

d_0 = діаметр болта

Тоді

$$\tau = \frac{4 \cdot 379744}{3,14 \cdot 25^2 \cdot 6 \cdot 1} = 129 \leq [\tau]$$

Циліндричні поверхні контакту з'єднаних елементів в нарізаній частині болта перевіримо на зминання.

Для останньої деталі з'єднання напруги зминання:

$$\sigma_{см} = \frac{S}{2 \cdot d_0 \cdot h_1 \cdot Z} \leq [\sigma_{см}] \quad (3)$$

де: h_1 – товщина крайньої деталі, мм

$[\sigma]$ – допустима напруга на зминання.

$$([\sigma_{см}] = \sigma_T)$$

Тоді

$$\sigma_{см} = \frac{379744}{2 \cdot 25 \cdot 20 \cdot 2} = 189,8 \leq [\sigma_{см}]$$

Для середньої деталі

$$\sigma_{cm} = \frac{S}{2 \cdot d_0 \cdot h_2 \cdot Z} \leq [\sigma_{cm}] \quad (4)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{379744}{2 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 2} \leq 379,7 \leq [\sigma_{cm}]$$

4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Основною метою цієї кваліфікаційної роботи є розробка технічного забезпечення для оптимізації процесів вирощування сої в рамках конкретного господарства. Це дозволить знизити трудові витрати, скоротити час на виконання операцій та підвищити врожайність культури. Для оцінки ефективності запропонованих змін буде проведено порівняння між існуючою технологією та вдосконаленою версією, яку ми пропонуємо.

Таблиця 4.1

Розрахункові дані ефективності виробництва сої

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія
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 поточний ремонт і технічне обслуговування ($П_P$), грн.	29160,55	25129
4. Амортизаційні відрахування (A), грн.	33646,79	28995
5. Витрати пального ($П$), кг.	6355	6225,56
6. Ціна комплексного палива ($Ц_K$), 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	10	10
13. Ціна 1 тони насіння, грн.	27000	28000
14. Вартість насіння (B_H), грн.	43200	45000
15. Кількість протруйних засобів, л.	55	55
16. Ціна 1 л, грн.	83,12	83,12
17. Витрати на засоби захисту ($B_{ЗАХ}$), грн.	4571,6	4571,6
18. Витрати на інсектициди та фунгіциди (децис 0,03 кг/га, імпакт 0,3 кг/га)	8011,32	7461
19. Транспортні витрати ($B_{ТР}$) ($1900 \cdot 1,53$) грн.	3672	4331
20. Витрати на електроенергію (B_E), ($12,54 \cdot 1,52$)	398,28	398,28
21. Сума прямих виробничих витрат без амортизації ($ПВВ$), ($ПВВ = З + П_Р + С + B_M + B_H + B_{ЗАХ} + B_{ТР} + B_{ЕЛ}$), грн.	1838819,35	2072752,53
22. Орендна плата за землю (B_O), грн. ($B_O = 300$ грн/га)	30000	30000
23. Страхові платежі ($B_{СП}$), грн. ($B_{СП} = ПВВ \cdot 0,07$)	128717,3545	145092,6771
24. Інші прямі витрати ($B_{ІН}$), грн. ($B_{ІН} = ПВВ \cdot 0,10$)	183881,935	207275,253
25. Загальновиробничі витрати ($B_{ЗАГ}$), грн. ($B_{ЗАГ} = ПВВ \cdot 0,05$)	91940,9675	103637,6265
26. Всього виробничих витрат ($ВВ$), грн. ($ВВ = ПВВ + B_O + B_{СП} + B_{ІН} + B_{ЗАГ} + A$)	2307006,397	2587753,087
в т. ч. на 1 га посіву	23070,06397	25877,53087
на 1 ц продукції	835,871883	862,5843622

Розрахункові дані ефективності виробництва сої

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія	Відхилення, %
1. Площа посіву, га	100	100	0
2. Урожайність, ц/га.	27,6	30	9
3. Валовий збір зерна, т	276	300	9
4. Виробничі витрати, тис. грн.	2307,006	2587,753	12,17
5. Собівартість 1 центнера зерна, грн.	835,872	862,584	3,19
6. Ціна продукції, грн./ц.	1700,0	1700,0	0
7. Вартість продукції, грн.	4 692 000	5 100 000	8,7
8. Умовний прибуток, тис. грн.	2384,993603	2512,246913	5,33
9. Додаткова сума прибутку, тис. грн.		127,25	

Висновок: розрахунки свідчать, що в господарстві втілення новітньої технології вирощування сої забезпечує збільшення обсягу виробництва продукції на 9%, при збільшенні собівартості 1 ц зерна на 3,19 %, з площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 127,25 тис. грн.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Існуюча технологія виробництва сої в господарстві не забезпечує отримання високих врожаїв, і призводить до збільшення затрат праці. В господарстві порушуються агротехнічні строки і вимоги технології. Технологічні процеси не завжди виконуються раціональним складом машинно-тракторних агрегатів. В деяких випадках має місце використання ручної праці.

Розроблена в даному проекті інтенсивна технологія виробництва сої дозволяє збільшити врожайність, зменшити затрати праці, а також експлуатаційні затрати.

Аналізом технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту встановлено, що важливою технологічною проблемою є велика нерівність поверхні поля. Це негативно впливає на якісні показники процесу сівби. Спроекований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту створений спеціально, щоб вирівнювати поверхню ґрунту на полях, створювати однорідну структуру, по фракційному складу, агрегатів ґрунту.

Розроблені заходи призвели до збільшення собівартості на 3,19% при підвищенні валового збору на 9%. Із площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 127,25 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., Čiplienė, 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, 275–284

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