

**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 соняшника в умовах ТОВ «Білопілья Агро» Сумської області»

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Москаленко Д.В.

(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2101 – 2ст.

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Соколік С.П.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

## АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка містить в собі 49 аркушів, 14 – таблиць, 22 – використаних джерел літератури, і 5 – графічних аркушів.

Ключові слова: СОНЯШНИК, МАШИНОВИКОРИСТАННЯ, АГРЕГАТ, УМОВИ ПРАЦІ, МАШИНОТРАКТОРНИЙ ПАРК, ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ, ТЕХНОЛОГІЯ.

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

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

Розрахований економічний аналіз ефективної технології.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз господарської діяльності підприємства.....	7
1.1 Розташування та напрямки.....	7
1.2 Структура земельних площ .....	8
1.3. Склад і використання МТП господарства.....	10
2 Проектування технічного забезпечення підготовки ґрунту під посів соняшника.....	12
2.1 Біологічні особливості вирощування соняшнику.....	12
2.2 Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічної операції «культивация».....	13
2.3 Організація виконання технологічного процесу "культивация".....	22
3 Конструкторська розробка. Пристрій для передпосівного обробітку ґрунту	33
3.1 Необхідність застосування пристрою.....	33
3.2 Будова і робота пристрою.....	33
3.3 Інженерні розрахунки.....	34
4 Економічна оцінка проекту.....	43
Висновки.....	46
Список використаних джерел.....	47

## ВСТУП

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

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

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

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

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

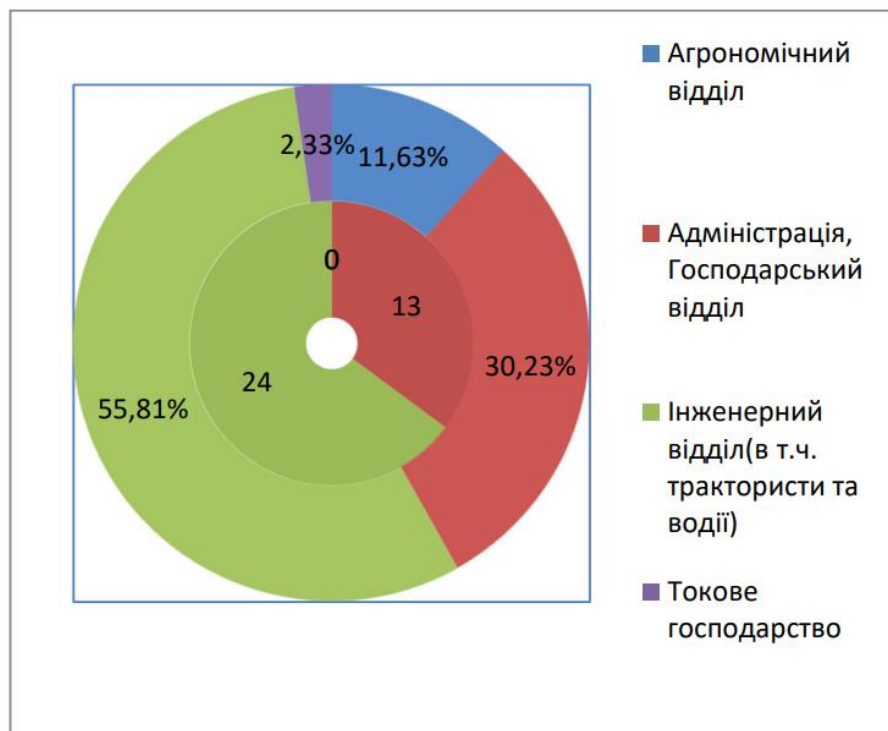


# 1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

## 1.1 Розташування та напрямок.

Агropідприємство ТОВ «Білопільля Агро» було засновано 04 травня 2007 р. в Білопільському районі Сумської області, с. Коршачина. Згодом ТОВ Білопільля Агро увійшло до групи компаній холдингу «Агропросперіс».

Основними напрямками діяльності товариства є виробництво та продаж зернових та технічних агрокультур. Земельні площі зосереджені у Сумській області України. На теперішній час товариство має в оренді понад 7 000 га земель на території 11 селищних рад. Земельні ділянки розташовані переважно на землях селищних рад колишнього Білопільського району



Сумщини.

Рис.1 Співвідношення кількості працівників по підрозділах

Структура організації підприємства – є широкою мережею горизонтальних зв'язків, перехресні зв'язки яких з вертикальними виникають в результаті взаємодії менеджменту з керівництвом функціональних підрозділів. Така структура є відповіддю на підвищення рівня динамічності середовища. Основні структурні підрозділи товариства представлені такими відділеннями:

агрономічне, інженерне, господарське, токове. Усі відділи підпорядковані генеральному та фінансовому директорам підприємства.

Співвідношення кількості персоналу окремих підрозділів до загальної чисельності працівників на підприємстві показано на рис. 1.

## **1.2 Структура земельних площ**

Продукція, що виробляє товариство, має експортне спрямування. Понад 75 % виробленої продукції підприємства щороку експортується за межі країни. Основними культурами, що вирощуються на землях підприємства є пшениця, соняшник, кукурудза і соя. Важливою складовою інноваційного розвитку в агровиробництві є впровадження нових перспективних сортів та гібридів зернових і олійних агрокультур. Вибір нових сортів підприємство здійснює відповідно до природно-кліматичних зональних особливостей регіону. Тому, правильний підбір сорту разом з технологією є визначальним фактором зростання врожайності. Підприємство має доступ до сучасних новітніх технологій, якісного посівного матеріалу, ЗЗР та добрив, що веде до збільшення урожайності та рівня рентабельності вирощування як зернових, так і інших агрокультур. Товариство застосовує ресурсозберігаючі підходи до вирощування зернових культур, які передбачають застосування широкозахватних комбінованих машинних агрегатів, нових типів робочих органів для забезпечення сприятливих умов росту рослин, економії енергоносіїв, зниження кількості операцій при підготовці ґрунту.

Важливим напрямом підприємства є інноваційний розвиток. Головною ціллю інноваційної політики є формування соціально-економічних, організаційних та правових умов для високоефективного відтворення і розвитку потенціалу ґрунтів, забезпечення впровадження сучасних екологічних, безпечних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування та реалізації нових видів конкурентної продукції.

Таблиця 1.1.

Структура посівних площ і врожайність основних с – г культур.

Культури	2021 рік		2022 рік		2023 рік	
	Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га
пшениця озима	688	63	460	66	480	58
соя	1750	22,3	1540,0	22,0	1899	21,4
кукурудза на зерно	1924	90,2	1745	95,4	1762	82,0
соняшник	2600	17,5	2882	17,2	2500	18,1

Рис. 2. Показники врожайності за основнимивирощуваними культурами.

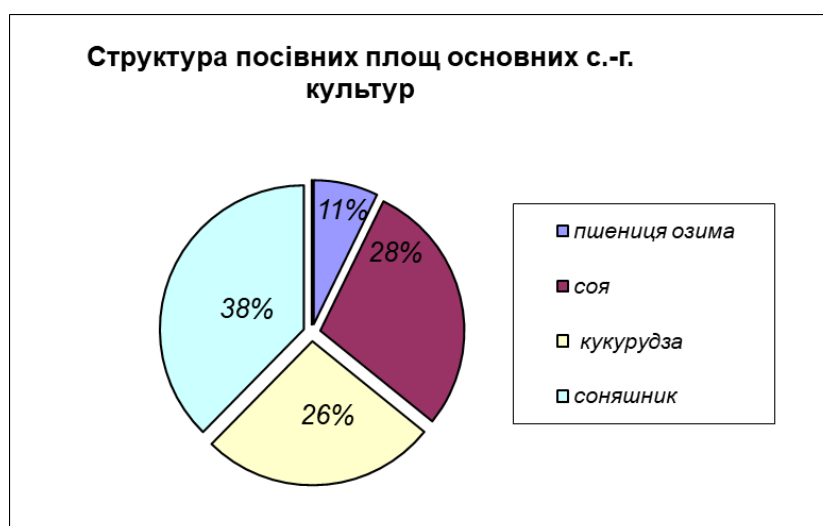
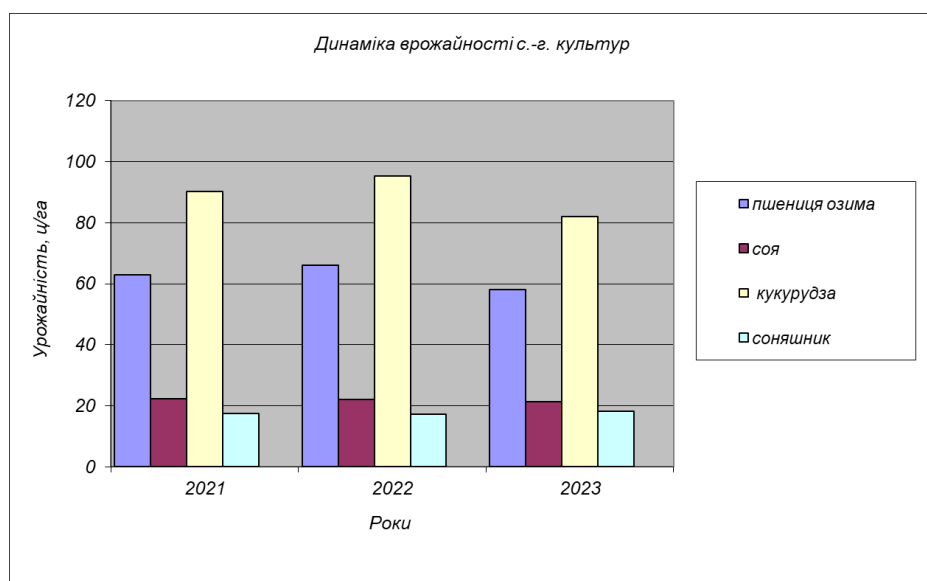


Рис.3. Площіпосівів під основними культурами.

Співвідношення посівних площ між агрокультурами та показники позмінамврожайності за останні роки показано в таблицях 1.1. та 1.2.

Таблиця 1.2.

Структура земельних площ	
Найменування та вид використання землі	Площа, га
Загальна площа	7188
Сільськогосподарські угіддя, в тому числі	7124
Рілля	7124
Під забубовою	65

### 1.3Склад і використання МТП господарства

ТОВ «Білопілля-Агро»достатньозабезпеченомобільними енергетичними засобами для веденнясвоєїдіяльності: тракторами, автомобілями та іншимиагромашинами.Їх склад відображено в табл. 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3.

Склад тракторного парку	
Марка тракторів	Кількість, шт.
John Deere 8430	5
John Deere 8320	2
John Deere 8530	2
New HollandT8.390	2
МТЗ – 1221	3
ХТЗ – 17221	2
Всього	16

Отже, ТОВ «Білопілля-Агро»на високомурівнізабезпеченоенергозасобамирізнихтягових класівдля виконаннякомплектування необхідних МА.

Підприємство забезпечено достатньою кількістю сучасної техніки та обладнання для ефективної діяльності.

Таблиця 1.4

Наявність комбайнів, сільськогосподарських машин

Назва	Марка	Кількість
Зернозбиральні комбайни	JohnDeere9770	5
Кормозбиральні комбайни	JohnDeere7250	2
Плуги	Gregoirebessonspr (6+1)	3
	LEMKEN Euro Opal-6	4
	KUHN In-LineRipper	2
Борони	Strawmaster SM - 7000	2
	DXRW II 667 - 36	1
	JohnDeere637	2
Культиватори	Case IH Ecolotiger	2
	Polaris 8	2
	Allraunder 1290	1
	Blue-Jet Land Runner	3
	JohnDeere2310	2
Розкидачі мінеральних добрив	RO-XL 3450	1
	MBU-900	1
	ПРТ – 10	1
Підживлювачі – оприскувачі	JohnDeereR4030	2
	Hardy Comander 6600	3
Сівалки	JohnDeere 7000	2
	Pottinger Terrasem V	2
	JohnDeere1770	2
	JohnDeere1880	2
	PrecisionPlanting	2
	HorshMaestro 16 sw	1
Жатки	JohnDeere652R	2
	JohnDeere630R	3
	Gerenghoff RD 1200B	3

## **2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ ГРУНТУ ПІД ПОСІВ СОНЯШНИКА**

### **2.1 Біологічні особливості вирощування соняшнику**

Найбільш підходящими ґрунтами для соняшнику є суглинисто-супіщані і супіщані, тип ґрунту чорнозем або бурозем. Оптимальний рН ґрунту 6,0-7,2, але він толерантний до кислотності ґрунту 5,5. За вегетаційний період потребує 400-500 мм опадів. Соняшник – теплолюбна рослина, потребує суми активних температур вище 5 °С в межах 1600-2000 °С. Мінімальна температура для проростання 4 °С, оптимальна 20-25 °С. Насіння сходить за температури ґрунту 8 °С через 15-20 днів після посіву. Він стає чутливим до дуже низьких температур лише через 30 днів після посіву.

Після збору врожаю зернових культур проводять обробіток поверхні ґрунту. Проводиться оранка на глибину 0,20-0,25 м, при більшій кількості рослинних решток вибираємо 0,25-0,30 м. В екологічній системі вирощування оранкою ми можемо заорювати органічні добрива, або органічні добрива, що містять фосфор і калій. При підготовці ґрунту навесні ми якнайшвидше вирівнюємо поверхню ґрунту, щоб не було зайвих втрат ґрунтової вологи та щоб бур'яни вирости до строку сівби.

Соняшник висівають на глибину 40-60 мм при температурі 8°С (оптимальна 10-12°С). У наших умовах це приблизно середина квітня. Висіваємо 55-65 тис. насінин на га, тобто. 4,5 – 6,0 кг.га-1. В умовах зрошення чисельність особин можна збільшити до 10%. Соняшник висівають міжряддями на відстані 0,70-0,75 м, відстань у рядку коливається від 220 до 270 мм. При використанні сівалок для точного висіву з притискним пристроєм коткування після посіву не потрібне.

Соняшник потребує достатньої кількості поживних речовин. Нормативна потреба поживних речовин на 1 т насіння становить: N- 50 кг, P – 12,9 кг, K – 49,8 кг.

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

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

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

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

*Послідовність виконання завдання:*

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

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

Таблиця 2.1. Технічні характеристики агрегатів.

(№ варіанту)	Потужність двигуна $N_{ен}$ , кВт	Маса технічного засобу, кг			Продуктивність за годину основного часу $W_o$ , га/год	Питомі витрати палива $g_{ен}$ , г/кВт год
Агрегат		Трактора	с - г машини	самохідного агрегату		
1. МТЗ-1221+Polaris-4	96	4480	2238		4,8	240
2. ХТЗ-17121+Polaris-8	121,4	8200	4330		9,9	220

Продуктивність технічного засобу, га/год:

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

$$W_{з.зм1} = 4,8 \cdot 0,76 = 3,648;$$

$$W_{з.зм2} = 9,9 \cdot 0,76 = 7,524;$$

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

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

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

$$g_{za} = \frac{10^{-3} N_{ен} \cdot g_{ен}}{W_{з.зм}}; \quad (2.2)$$

$$g_{za1} = 0,096 \cdot 240 / 3,648 = 6,32;$$

$$g_{za2} = 0,1214 \cdot 220 / 7,524 = 3,55;$$

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

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

Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{нт} = \alpha_n g_{za} + \sum_{mi} \alpha_{mi} g_{mi} + \frac{\alpha_{mp} M_{mp} + \sum^n \alpha_{np} M_{np} + \sum^k \alpha_p M_p + \sum^j \alpha_i N_i}{W_{з.зм}} \quad (1.3)$$

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

$$a_{n1} = 52,8 \quad a_{n2} = 52,8 \quad a_{n3} =$$

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

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

$$\alpha_{mi1} = 0 \quad \alpha_{mi2} = 0$$

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

$$g_{mi1} = 0 \quad g_{mi2} = 0$$

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

$$a_{mp1} = 0,0243 \quad a_{mp2} = 0,0243$$

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

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

$$M_{mp1} = 4480 \quad M_{mp2} = 8200$$

$$M_{p1} = 2238 \quad M_{p2} = 4330$$

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

$$a_i = 60,8 \quad \text{тракториста,}$$

$$a_i = 0,0 \quad \text{підсобного працівника.}$$

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

$$N_i = 1$$

$$E_{m1} = (52,8*6,32+0*0)+((0,0243*4480+0,051*2238+(60,8+0*1))/3,6) = 411,27;$$

$$E_{m2} = (52,8*3,55+0*0)+((0,0243*8200+0,051*4330+(60,8+0*1))/7,5) = 251,34;$$

Собівартість години роботи технічного засобу, грн./год:

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

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

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

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

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

$C_m$  – страхові внески, грн./год;

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

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

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

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

Амортизаційні відрахування, грн./год

(визначаються окремо для трактора і для робочої машини)

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

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

Таблиця 2.2. Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин.

Марка трактору	МТЗ-	ХТЗ-
Вартість, грн.	1590000	1950000
Марка с-г машини	Polaris-4	Polaris-8
Вартість, грн.	250000	495000

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

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

$$\Pi_{км1} = 6 \cdot 4480 = 26880;$$

$$\Pi_{км2} = 6 \cdot 8200 = 49200;$$

$$\Pi_{кс-21} = 6 \cdot 2238 = 13428;$$

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

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

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

$T_p$  – строк служби трактору, роки;

$$T_{p1} = 10 \quad T_{p2} = 10$$

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

$$T_{с.г.м1} = 5 \quad T_{с.г.м2} = 5$$

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

$$T_{з.тp1} = 1600 \quad T_{з.тp2} = 1600 \quad T_{з.тp3} = 0$$

$$T_{з.сгм1} = 230 \quad T_{з.сгм2} = 230 \quad T_{з.сгм3} = 0$$

$$A_{тp1} = (1590000 - 26880) / (10 \cdot 1600) = 97,7;$$

$$A_{mp2} = (1950000-49200)/(10*1600)=118,8;$$

$$A_{c2m1} = (250000-13428)/(5*230)=205,7;$$

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

$$A_{azp1} = 97,7+205,7=303,4;$$

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

Витрати на погашення кредиту, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини )

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

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

$$K_{mp1} = ((1590000-26880)*0,3)/(2*10*1600)=14,65;$$

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

$$K_{c2m1} = ((250000-13428)*0,3)/(2*5*230)=30,86;$$

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

$$K_1 = 14,65+30,86=45,51;$$

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

Витрати на зберігання технічних засобів, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини )

$$3_{\delta} = \frac{(C_n - C_k)a}{T_p \cdot T_3} \quad (2.8)$$

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

$$3_{\delta,mp1} = ((1590000-26880)*0,01)/(10*1600)=0,977;$$

$$3_{\delta,mp2} = ((1950000-49200)*0,01)/(10*1600)=1,188;$$

$$3_{\delta,c2m1} = ((250000-13428)*0,01)/(5*230)=2,057;$$

$$3_{\delta,c2m2} = ((495000-25980)*0,01)/(5*230)=4,078;$$

$$3_{\delta 1} = 0,977+2,057=3,03;$$

$$3_{\delta 2} = 1,188+4,078=5,27;$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$\Pi = \frac{\Pi_p}{T_3} \quad (2.9)$$

де:  $\Pi_p$  – річний податок, грн.

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

$$\Pi_{pm1} = 240 \quad \Pi_{pm2} = 400$$

$$\Pi_{pc1} = 0 \quad \Pi_{pc2} = 0$$

$$\Pi_{mp1} = 240/1600=0,15;$$

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

$$\Pi_{сгм1} = 0/230=0;$$

$$\Pi_{сгм2} = 0/230=0;$$

$$\Pi_1 = 0,15+0=0,15;$$

$$\Pi_2 = 0,25+0=0,25;$$

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

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

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

Ставка механізатора:

1. МТЗ-1221+Polaris-4 81,53

2. ХТЗ-17121+Polaris-8 81,53

Ставка обслуговуючого персоналу:

1. МТЗ-1221+Polaris-4 0

2. ХТЗ-17121+Polaris-8 0

$$З_{n1} = 81,53+0=81,53;$$

$$З_{n2} = 81,53+0=81,53;$$

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

$$B_n = (1,1...1,15) \Pi_n \cdot g_{za} \gamma_n \cdot W_{гзм}, \quad (2.11)$$

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

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

$$B_{n1} = 1,15 \cdot 50 \cdot 6,32 \cdot 1,2 \cdot 3,648 = 1589,8;$$

$$B_{n2} = 1,15 \cdot 50 \cdot 3,55 \cdot 1,2 \cdot 7,524 = 1842,9;$$

Вартість технічного обслуговування, грн./год.

(визначається окремо для трактора і робочої машини )

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

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

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

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

$$B_{mo.mp1} = ((1590000 - 26880) \cdot 0,08) / (2 \cdot 10 \cdot 1600) = 3,9;$$

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

$$B_{mo.czm1} = ((250000 - 13428) \cdot 0,16) / (2 \cdot 5 \cdot 230) = 16,5;$$

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

$$B_{mo.1} = 3,9 + 16,5 = 20,4;$$

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

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

$$C_{m3} = 303,4 + 45,51 + 3,03 + 0,15 + 81,53 + 1589,8 + 20,4 = 2043,8;$$

$$C_{m3} = 526,6 + 79 + 5,27 + 0,25 + 81,53 + 1842,9 + 37,4 = 2572,9;$$

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

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

Варіант	$W_{гзм}$ , га/год	$g_{га}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{m3}$ , грн./год
1. МТЗ-1221+Polaris-4	3,65	6,32	411,3	2043,8
2. ХТЗ-17121+Polaris-8	7,52	3,55	251,3	2572,9

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

Для цього складаємо нову таблицю 2.4 і в колонку продуктивності  $W_{2.3M}$  заносимо значення обернені до розрахованих, тобто  $\frac{1}{W_{2.3M}}$

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

Варіант	$\frac{1}{W_{2.3M}}$	$g_{2a}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{m3}$ , грн./год
1. МТЗ-1221+Polaris-4	0,27	6,32	411,3	2043,8
2. ХТЗ-17121+Polaris-8	0,13	3,55	251,3	2572,9

Для наочності процесу вибору застосовуємо графічний метод.

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

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

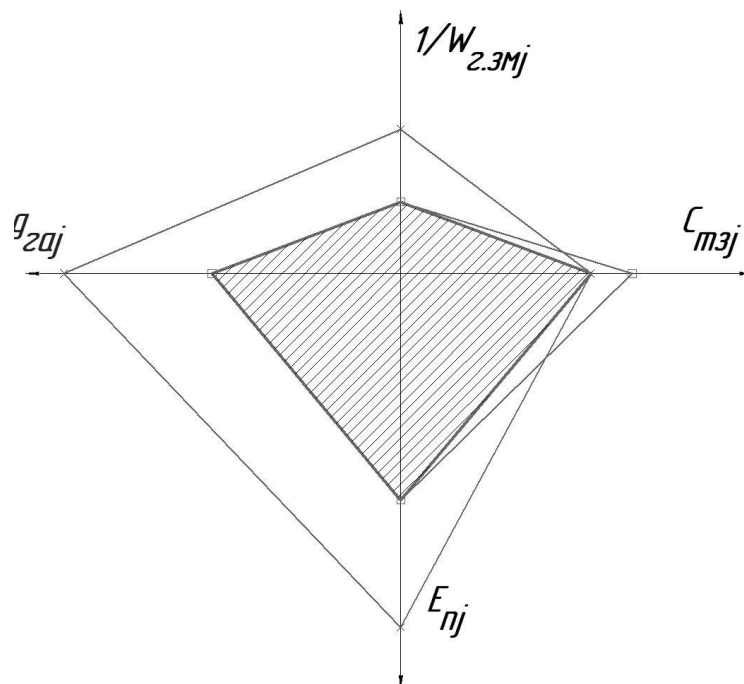


Рис. 2.1. Графічний метод Паретто.

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

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

$$P_1 = (0,5 \cdot 0,27 \cdot 6,32) + (0,5 \cdot 6,32 \cdot 411,27) + (0,5 \cdot 411,27 \cdot 2043,76) + (0,5 \cdot 2043,76 \cdot 0,27) = 421844,1;$$

$$P_2 = (0,5 \cdot 0,13 \cdot 3,55) + (0,5 \cdot 3,55 \cdot 251,34) + (0,5 \cdot 251,34 \cdot 2572,92) + (0,5 \cdot 2572,92 \cdot 0,13) = 323952,4;$$



Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі

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

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  $P_0$  по формулі

$$P_0 = (0,5 \cdot 0,13 \cdot 3,55) + (0,5 \cdot 3,55 \cdot 251,34) + (0,5 \cdot 251,34 \cdot 2043,76) + (0,5 \cdot 2043,76 \cdot 0,13) = 257418,52.$$

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

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

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

Варіант	$\frac{I}{W_{г.з.м.}}$	$g_{га}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{тз}$ , грн./Год	$P_j$	$\mu$
1. МТЗ-1221+Polaris-4	0,27	6,32	411,27	2043,76	421844,1	1,64
2. ХТЗ-17121+Polaris-8	0,13	3,55	251,34	2572,92	323952,4	1,26
Ідеал	0,13	3,55	251,34	2043,76	257418,5	1

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

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

трактор: ХТЗ-1722 ; с.-г. машина: Polaris-8

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

Марка трактора: ХТЗ-17221 ; с.г. машина: Polaris-8 .

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

1). Встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей:

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

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

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

призначенням машини;

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

Таблиця 2.6. Тягові параметри трактора.

передача параметри	2	3	4
$V_p$ , км/год	7,58	9,03	11,12
$P_{т.н}$ , кН	31	28,91	18,61
$N_{т.max}$ , кВт	65,36	72,52	57,48

$$N_{e.n.}, \text{кВт} = 121 .$$

- з метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{m.max}$ ).

$$N_{т.max} = 65,36 \quad V_p = 7,58 \quad P_{т.н} = 34$$

Таблиця 2.7. Технічні характеристики трактора.

Марка	Вага $G_{mp}$ , кН	Передача	Швидкість $V_p$ , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$ , кН
ХТЗ-17221	82	4	7,58	34

Таблиця 2.8. Технічні характеристики луцильника.

Марка	Вага $G_m$ , кН	Ширина захвату $B_m$ , м	Інтервал швидкостей $V_{im}$ , км/год
Polaris-8	40	8	12

Розрахувати питомий тяговий опір робочих машин.

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

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

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

$\Delta C$  — приріст питомого тягового опору машини при збільшенні швидкості руху агрегату на 1 км/год, % [3, табл. 3.16];  $\Delta C = 4$

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

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

Для заданих ґрунтів:  $\Delta k = 4$  %;  $k_{Vm} = 2,29$  .

Розрахувати робочий опір агрегату, кН:

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

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

(знак "+" відповідає руху на підйом)

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

$$\lambda_q = 0,4$$

$f_{mp}$  – коефіцієнт опору кочення трактора [3, табл. 3.9],  $f_{mp} = 0,15$   
на підйом:

$$R_a = 2,294656 \cdot 8 + 82 \cdot (0,15 + \sin 1^\circ) = 32,09;$$

на спуск:

$$R_a = 2,294656 \cdot 8 + 82 \cdot (0,15 - \sin 1^\circ) = 26,87.$$

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

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

на підйом:  $\xi_\delta = 32,09 / (34 - 82 \cdot \sin 1^\circ) = 0,99;$

на спуск:  $\xi_\delta = 26,87 / (34 + 82 \cdot \sin 1^\circ) = 0,76.$

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

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі:

трактора ХТЗ-17221 ;  
с-г машини Polaris-8 , який виконує технологічну операцію

$$\begin{aligned} & \text{на } 3 \text{ передачі,} \\ V_p &= 7,58 \text{ (рух на підйом) і} \\ & \text{на } 3 \text{ передачі,} \\ V_p &= 7,58 \text{ (рух на спуск),} \end{aligned}$$

конструктивна ширина захвату  $B_k = b_{кор} \cdot n_{кор} = 8$  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 культивації визначають:

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

$$N_{\phi p} = (45,82 * 7,58) / (3,6 * 0,9 * 0,9) = 119,11;$$

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

$P_{руш}$  – рушійна сила, кН;

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

$$P_{руш} = 82 * (0,15 + \sin 1^\circ) + 32,09 = 45,82;$$

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

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

$\delta$  – буксування на вибраній передачі, %; (із тягової характеристики [3, табл. 3.11])  $\delta = 10$

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

Ступінь використання ефективної потужності двигуна:

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

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

$$\xi_{N\phi p} = 119,11/121 = 0,98. \quad \text{допустимо}$$

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

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

Визначити ширину загінки, м:

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

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

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

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

де:  $L$  – довжина гону (поля), м;  $L_p = 1000 - (2 \cdot 23,04) = 953,92$ .

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

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

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

$$E_{min} = 13,0592 + 4,8 + 6,042 = 23,9;$$

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

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

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

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

$$\lambda_E = 2,8$$

$R_n$  – середній радіус повороту агрегату;

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

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

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

$V_n = 5$  км/год [3, табл. 5.4];

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

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

при  $V_n = 7$

маємо  $a_R = 1,06$

;  $R_n = 4,66$

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

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

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

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

- для несиметричних агрегатів  $v_E \approx 1,2$ ;  $v_E = 0,6$

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

$$B_k = 8$$

$$d_k = 0,6 \cdot 8 = 4,8.$$

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

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

$$e = 0,6 \cdot 10,07 = 6,04;$$

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:  $a_e = 0,6$

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

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.].

$$l_{mp} = 5,6 \quad l_m = 4,47 \quad l_{\delta.m} = 0$$

$$l_a = 5,6 + 4,47 + 0 = 10,07.$$

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

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

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

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

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

$$B_p = 8 \cdot 0,96 = 7,68;$$

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

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

Результат округляється до цілого числа (парного чи непарного).

Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

$$n_\phi = 23,9012 / 7,68 = 3;$$

$$L_p = 953,92;$$

$$E_p = 3 \cdot 7,68 = 23,04;$$

$$C_{omm} = \sqrt{16 \cdot (4,664^2) + 2 \cdot 7,68 \cdot 953,92} = 122,48.$$

Рациональна ширина загінки повинна бути кратна подвійній ширині захвату агрегату:

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

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

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

*(результат округлити до цілого меншого числа)*

$$n_{кр} = 122,48 / (2 \cdot 7,68) = 8;$$

$$C_p = 8 \cdot (2 \cdot 7,68) = 122.$$

У всіх випадках ширину заїмки меншою 50 м не приймають.

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

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

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

- при луценні обертовим способом:

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

- при луценні безпетлевим комбінованим способом:

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

$$\varphi = 953,92 / (953,92 + 6 * 4,664 + 2 * 6,042) = 0,96;$$

Виконати розрахунки режиму роботи агрегату.

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

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

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

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

$$T_{обс} = 0,08$$

Час, затрачений на зупинки для технологічного обслуговування, год:

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

$$T_{зуп} = 0,08 + 0,336 = 0,42;$$

$$T_p = 0,96 * (7 - 0,416) = 6,3.$$

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

При  $V_p = V_{нов}$  маємо  $\tau_{рух} = \varphi$ .  $V_{нов} = 7$

При  $V_p \neq V_{нов}$  маємо:

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

$$\tau_{рух} = (0,92*0,96)/((0,92-1)*0,96+1)=0,96;$$

де:  $k = \frac{V_{нов}}{V_p}$

$$k = 7/7,58=0,92.$$

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

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

$$\tau_{зм} = 6,3/7=0,9.$$

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

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

$$W_{зм} = 0,1*7,68*7,58*0,9=5,24.$$

Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

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

$$W_{зм} = 5,24*7=36,67.$$

Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

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

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

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

$$G_{Tp} = 12 \quad G_{Tx} = 6 \quad G_{Tзуп} = 1,4$$

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

Час, затрачений на повороти, год:

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

$$\tau_{нов} = 0,04 \cdot 6,3 = 0,25;$$

$$T_{нов} = 0,25 \cdot 6,3 = 1,59;$$

$$g_{za} = (12 \cdot 6,3 + 6 \cdot 1,59 + 1,4 \cdot 0,416) / (7 \cdot 5,24) = 2,34.$$

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

$$z_{n.za} = \frac{m}{W_{зМ}}, \quad (2.2.30)$$

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

$$z_{n.za} = 1 / 5,24 = 0,19.$$

Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га:

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

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

(дизельне паливо –  $4,166 \cdot 10^7$ ; бензин –  $4,38 \cdot 10^7$ ; лігроїн –  $4,34 \cdot 10^7$ ;  
гас –  $4,29 \cdot 10^7$ ).  $H_n = 4,166 \cdot 10^7$ ;

$$A_n = 4,166 \cdot 2,34 = 9,7 \cdot 10^7.$$

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
5,24	2,34	0,19	$10 \cdot 10^7$

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

#### 3.1 Необхідність застосування пристрою.

Запропонований агрегат для передпосівної підготовки ґрунту створений для покращення вирівнювання поверхні ґрунту, формувати однорідну структуру ґрунтових агрегатів. Але головна перевага даної машини це можливість знищення бур'янів без внесення отрутохімікатів. Як правило, бур'яни найефективніше можна нищити обробіткою в фазі білої ниточки. Тобто при застосуванні даної машини, пророслі бур'яни, які ще не випустили на поверхню листки будуть знищуватись. Також даною машиною можна нищити бур'яни в фазі вегетації, мова йде про рослини не більше 10-16 см.

#### 3.2. Конструкція і принцип роботи

Схему пристрою для зображена на рис. 3.1.

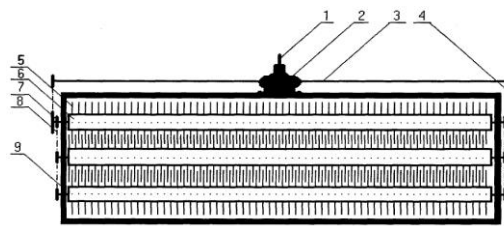


Рис. 3.1 – Схема пристрою для обробки ґрунту.

#### 3.3 Розрахунки параметрів.

Крутний момент на барабані, Нм  $M_B=330$

Частота обертання барабану, хв. –  $1n_B=250$

Підберемо потужність що передається вихідним валом. [15]

$$N_{вих} = M_{\epsilon} \cdot \omega \quad (3.1)$$

де  $N_{вих}$  – потужність на вихідному валу агрегату, Вт;

$M_{\epsilon}$  – крутний момент на барабані, Нм;

$n_B$  – частота обертання вихідного валу агрегату, хв. – 1;

$\omega$  – кутова швидкість валу, с – 1.

$$N_{вих} = \frac{330}{26.18} = 8639.4 \text{ Вт}$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot N_1}{30} \quad (3.2)$$

$$\omega = \frac{3.14 \cdot 250}{30} = 26.18c^{-1}$$

Визначаємо загальний коефіцієнт корисної дії (ККД)

$$\eta_{заг} = \eta_k \cdot \eta_{нід}^2 \cdot \eta_{знк} \cdot \eta_l \quad (3.3)$$

де  $\eta_k$  – ККД карданної передачі ( $\eta_k = 0,95$ );

$\eta_{нід}$  – ККД підшипників ( $\eta_{нід} = 0,99$ );

$\eta_{знк}$  – ККД кінчної зубчатої передачі редуктора ( $\eta_{знк} = 0,97$ );

$\eta_l$  – ККД ланцюгової передачі ( $\eta_l = 0,92$ ).

$$\eta_{заг} = 0,95 \cdot 0,99^2 \cdot 0,97 \cdot 0,92 = 0,875$$

Визначаємо потрібну потужність на ВВП.

$$N_{ВВП} = \frac{N_{вих}}{\eta_{заг}} \quad (3.4)$$

$$N_{ВВП} = \frac{8639,4}{0,857} = 10079,2Bm$$

Приймаємо частоту обертання  $n_{ВВП} = 1000$  хв.

Визначаємо фактичне передаточне відношення:

$$U_\phi = \frac{N_{ВВП}}{n_{вих}} \quad (3.5)$$

де  $U_\phi$  – фактичне передаточне число;

$n_{ВВП}$  – частота обертання ВВП, хв – 1;

$n_{вих}$  – частота обертання вихідного агрегату, хв – 1.

$$U_\phi = \frac{1000}{250} = 4$$

$$U_{ред} = \frac{U_\phi}{U_l} \quad (3.6)$$

$$N_1 = N_{вен} \cdot \eta_k \cdot \eta_{нід} \quad (3.7)$$

$$N_1 = 10079,25 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 9778,85Bm$$

$$M_1 = \frac{N_1}{\omega_1} \quad (3.8)$$

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot N_1}{30} \quad (3.9)$$

$$\omega_1 = \frac{3.14 \cdot 1000}{30} = 104.72c^{-1}$$

$$M_1 = \frac{9778.85}{104.72} = 93.38Hm$$

$$N_2 = N \cdot \eta_{нид} \cdot \eta_{знк} \quad (3.10)$$

$$N_2 = 9778.85 \cdot 0.99 \cdot 0.97 = 9390.6Bm$$

$$M_2 = \frac{N_2}{\omega_2} \quad (3.11)$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30}$$

$$n_2 = \frac{n}{U_p} \quad (3.13)$$

$$n_2 = \frac{1000}{2} = 500xв$$

$$\omega_2 = \frac{3.14 \cdot 500}{30} = 52.32c^{-1}$$

$$M_2 = \frac{9390.6}{52.35} = 179.34H / m$$

$$N_{\text{виз}} = N_2 \cdot \eta_n \quad (3.14)$$

$$N_{\text{виз}} = 9390.6 \cdot 0.92 = 8639.38Bm$$

$$M_6 = \frac{N_{\text{виз}}}{\omega_6} \quad (3.15)$$

$$\omega_6 = \frac{n_6}{30}$$

$$n_6 = \frac{N_2}{U_n} \quad (3.17)$$

$$n_6 = \frac{500}{2} = 250xв^{-1}$$

$$\omega_6 = \frac{3.14 \cdot 250}{30} = 26.2c^{-1}$$

$$M_6 = \frac{8639.38}{26.2} = 330H / m$$

Рекомендоване число зубів меншої зірочки визначаємо по залежності.

$$Z_1 = 31 - 2u \quad (3.18)$$

де  $U$  – передаточне число.

$$Z_1 = 31 - 2 \cdot 2 = 27$$

Приймаємо  $Z_1 = 25$

Визначаємо число зубців веденої зірочки по формулі:

$$Z_2 = Z_1 \cdot U_1 \quad (3.19)$$

Приймаємо  $Z_2 = 50$

Визначення крону ланцюга.

Визначаємо крон ланцюга по формулі:

$$t \geq 2.8 \cdot \sqrt{\frac{M_1 \cdot 10^3 \cdot K_e}{Z_1 \cdot [P] \cdot m}} \quad (3.20)$$

де  $M_1$  – крутний момент на ведучій зірочці, Нм;

$m$  – число рядів ланцюга. Приймаємо  $m = 2$ ;

$Z_1$  – число зубців веденої зірочки;

$[P]$  – середній допустимий тиск в шармі ланцюга, Н/мм<sup>2</sup>.

$$[P] = \frac{25}{\sqrt[3]{V}} \leq 5U \quad (3.21)$$

$$K_e = K_g \cdot K_a \cdot K_{pez} \cdot K_m \cdot K_{zm} \cdot K_p$$

$$K_e = 1.4 \cdot 1.2 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 1 = 3.15$$

$$[P]^I = 34.6 \cdot K \cdot Z = 1 + 0.01(Z_1 - 17) = 1 + 0.01(25 - 17) = 1.08 \text{ МПа} \quad (3.23)$$

$$[P] = [P]^I + K \cdot Z = 34.6 + 1.08 = 35.68 \text{ МПа} \quad (3.24)$$

$$t \geq 2.8 \cdot \sqrt{\frac{179.34 \cdot 10^3 \cdot 3.15}{25 \cdot 35.68 \cdot 2}} = 19.05 \text{ мм}$$

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n}{60 \cdot 1000} \quad (3.25)$$

де  $Z_1$  – число зубів ведучої зірочки.  $Z_1 = 25$ ;

$t$  – крок ланцюга  $t = 19.05$  мм;

$n_1$  – частота обертання зірочки  $n_1 = 500 \text{ хв} - 1$ .

$$V = \frac{25 \cdot 19.5 \cdot 500}{60 \cdot 1000} = 4.06 \text{ м/с}$$

$$F_t = \frac{N}{V} \quad (3.26)$$

$$F_t = \frac{9390.6}{4.06} = 2312.9H$$

$$P = \frac{F_t \cdot K_e}{F} \quad (3.27)$$

$$P = \frac{2312.9 \cdot 3.15}{211} = 34.53$$

Приймаємо міжосьову відхиленя з умови:

$$a = 30 \cdot t \quad (3.29)$$

$$a = 30 \cdot 19.05 = 571.5\text{мм}$$

$$a_t = \frac{a}{t} \quad (3.30)$$

$$a_t = \frac{571.5}{19.05} = 30$$

$$Z_\Sigma = Z_1 + Z_2 \quad (3.31)$$

де  $Z_1$  – кількість зубів ведучої зірочки;

$Z_2$  – кількість зубів веденої зірочки.

$$Z_\Sigma = 25 + 50 = 75$$

$$\Delta = \frac{Z_1 - Z_2}{2 \cdot \pi} \quad (3.32)$$

$$\Delta = \frac{50 - 25}{2 \cdot 3.14} = 3.98$$

$$L_t = 2a_t + 0.5Z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t} \quad (3.33)$$

де  $a_t$  – міжцентрова відстань в кроках ланцюга;

$Z_\Sigma$  – сумарна кількість зубів обох зірочок;

$\Delta$  – поправка.

$$L_t = 2 \cdot 30 + 0.5 \cdot 75 + \frac{3.98^2}{30} = 97.63$$

$$L = L_t \cdot t \quad (3.34)$$

$$L = 97 \cdot 19.05 = 1847.85\text{мм}$$

$$a = 0.25 \cdot t \left( L_t - 0.5 \cdot Z_\Sigma + \sqrt{(L_t + 0.5 \cdot Z_\Sigma)^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right) \quad (3.35)$$

$$a = 0.25 \cdot 19.05 \left( 97 - 0.5 \cdot 75 + \sqrt{(97 + 0.5 \cdot 75)^2 - 8 \cdot 3.98^2} \right) = 921.67 \text{ мм}$$

Дільний діаметр меншої зірочки.

$$d_{g1} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_1}} \quad (3.36)$$

$$d_{g1} = \frac{19.05}{\sin \frac{180}{25}} = 24 \text{ мм}$$

Для веденої зірочки.

$$d_{g2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_2}} \quad (3.37)$$

$$d_{g2} = \frac{t}{\sin \frac{180}{50}}$$

$$D_{e1} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{Z}} + 1.1 \cdot \alpha$$

$$D_{e1} = \frac{19.05}{\operatorname{tg} \frac{180}{25}} + 1.1 \cdot 11.91 = 28 \text{ мм}$$

$$D_{e2} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{Z_2}} + 0.96 \cdot t$$

$$D_{e2} = \frac{19.05}{\operatorname{tg} \frac{180}{50}} + 0.96 \cdot 19.05 = 57 \text{ мм}$$

Сили діючі на ланцюг:

а) Колове зусилля.  $Ft1 = 2313 \text{ Н}$

б) Відцентрова сила

$$P_v = g \cdot V^2$$

$$P_v = 3.5 \cdot 4.06 = 14.21 \text{ Н}$$

$$P_f = 9.81 \cdot K_f \cdot g \cdot a \quad (3.41)$$

$$P_f = 9.81 \cdot 6 \cdot 3.5 \cdot 0.921 = 189.7 \text{ Н}$$

$$F = F_t + 2P_f \quad (3.42)$$

$$F = 2313 + 2 \cdot 189.7 = 2692.4H$$

$$n = \frac{9.81 \cdot Q}{F_t + P_v + P_f} \quad (3.43)$$

$$n = \frac{9.81 \cdot 7200}{2313 + 14.21 + 189.7} = 28.06$$

## 4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Таблиця 4.1

Розрахункові дані ефективності виробництва озимої пшениці

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 ( $P_p$ ), грн.	29160,55	25129
4. Амортизаційні відрахування ( $A$ ), грн.	33646,79	28995
5. Витрати пального ( $\Pi$ ), кг.	6355	6225,56
6. Ціна комплексного палива ( $\Pi_k$ ), 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.	2400	2500
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.	1612019,35	1837752,53
22. Орендна плата за землю ( $B_O$ ), грн. ( $B_O = 300$ грн/га)	30000	30000
23. Страхові платежі ( $B_{СП}$ ), грн. ( $B_{СП} = ПВВ \cdot 0,07$ )	112841,3545	128642,6771
24. Інші прямі витрати ( $B_{ІН}$ ), грн. ( $B_{ІН} = ПВВ \cdot 0,10$ )	161201,935	183775,253
25. Загальновиробничі витрати ( $B_{ЗАГ}$ ), грн. ( $B_{ЗАГ} = ПВВ \cdot 0,05$ )	80600,97	91887,63
26. Всього виробничих витрат (ВВ), грн. ( $ВВ = ПВВ + B_O + B_{СП} + B_{ІН} + B_{ЗАГ} + A$ )	2030310,4	2301053,1
в т. ч. на 1 га посіву	20303,1	23010,5
на 1 ц продукції	1015,16	1000,46

## Розрахункові дані ефективності виробництва соняшнику

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія	Відхилення, %
1. Площа посіву, га	100	100	0
2. Урожайність, ц/га.	20	23	15
3. Валовий збір зерна, т	200	230	15
4. Виробничі витрати, тис. грн.	2030,31	2301,05	-13,34
5. Собівартість 1 центнера зерна, грн.	1015,16	1000,46	-1,4
6. Ціна продукції, грн./ц.	1350,0	1350,0	0
7. Вартість продукції, тис. грн.	2700000	3105000	15
8. Умовний прибуток, тис. грн.	669,689	803,946	20
9. Додаткова сума прибутку, тис. грн.		134,26	

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Існуюча технологія виробництва соняшнику 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 соняшнику 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. Але головна задача даного агрегату знищення бур'янів без внесення передпосівного гербіциду.

Розроблені заходи призвели до зменшення собівартості на 1,4% при підвищенні валового збору на 15%. Із площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 134,26 тис. грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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>.
2. Васильченко В. Фактори, які визначають якість сівби [Електронний ресурс] / В. Васильченко, В. Опалко // Агроном. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/factory-yaki-vyznachayut-yakist-sivby/>
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 машини використання 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 заготання 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-vysokyh-urozhaiv.html>.
11. Як досягти раціонального обробітку ґрунту під озимину: поради науковців [Електронний ресурс] // GrowHow.in.ua. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.growhow.in.ua/yak-dosyagty-ratsionalnogo-obrobitku-gruntu-pid-ozymynu-porady-naukovtsiv/>.
12. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006–01–01]. – К.: Держаспоживстандарт України, 2005. – 36 с.
13. Janulevičius, A., Šarauskis, E., Čipliesnė, 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., 2021. 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., 2019. 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., 2019. 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., 2020. Draft-speed-depth relationships for four liquid manure injectors in a fine sandy loam soil. Canad. Biosyst. Eng. 46, 2.1–2.5.

21. Фактори, які впливають на прибуткове вирощування гібридів кукурудзи [Електронний ресурс] // Seed Ukraine. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://seed-ua.com/ua/factory-yaki-vplyvayut-na-prybutkove-vyroshhuvannya-gibrydiv-kukurudzy/>.

22. Практикум із машинного використання в рослинництві : навчальний посібник / А.С. Лімонт [та ін.]. - Київ : Кондор, 2022. - 284 с.

23. Збірник методик з використання машин в землеробстві / За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.

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

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.