

**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 озимої пшениці в умовах ТОВ «Урожайна країна» Роменського району Сумської області»

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Мельник О.О.

(Прізвище, ініціали)

Група:

\_\_\_\_\_ АІ 2101 – 1ст.

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Соколік С.П.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

## АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка містить в собі 33 аркуша, 8 – таблиць, 22 – використаних джерел літератури, і 5 – графічних аркушів.

Ключові слова: ОЗИМА ПШЕНИЦЯ, МАШИНОВИКОРИСТАННЯ, МАШИННИЙ АГРЕГАТ, МАШИНОТРАКТОРНИЙ ПАРК, ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ, ТЕХНОЛОГІЯ.

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

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

Розроблені заходи по охороні праці при вирощуванні культури а також природоохоронні заходи в процесі вирощування озимої пшениці.

Розрахований економічний аналіз ефективності удосконаленої технології.

## ЗМІСТ

Вступ	6
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	7
1.1 Місце розташування та напрямок діяльності господарства	7
1.2 Структура землевикористання та посівних площ	7
1.3 Склад машинного парку	8
2 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	11
2.1. Технологічні властивості озимої пшениці	11
2.2. Технічне забезпечення передпосівного обробітку ґрунту	12
33. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА. СТІЙКА КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	20
3.1. Необхідність застосування пристрою	20
3.2. Будова і робота пристрою	20
3.3 Інженерні розрахунки	22
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	24
4.1 Аналіз стану організації робіт по забезпеченню охорони праці в ТОВ «Агро-Поліс»	24
4.2. Аналіз потенційних небезпек при вирощуванні озимої пшениці	24
4.3. Оцінка умов праці в ТОВ «Агро-Поліс»	26
4.4 Рекомендації щодо впровадження безпечних і здорових умов праці	26
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	27
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	31

## 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 озимої пшениці.

# 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

## 1.1 Місце розташування та напрямок діяльності господарства

ТОВ «Урожайна країна» — це агропідприємство, засноване у червні 2010 року. Воно займається вирощуванням агрокультур: пшениця озима, кукурудза, соя, соняшник, гірчиця та гречка. Є частиною холдингу "Миронівський хлібопродукт". Площа угідь близько 31 тис. га. Кількість працівників перевищує 300 осіб. Головний офіс в м. Ромни. Територія діяльності: Роменський і Сумський райони Сумської області. Підприємство є лідером на ринку виробників агропродукції.

«Урожайна країна» приділяє значну увагу власним розробкам та застосуванню сучасних інноваційних агротехнологій. Так, протягом останніх років на підприємстві реалізується програма "Точне землеробство", що передбачає удосконалення кількох напрямів:

1. Система змінного висіву (густота, пунктирність).
2. Системи автоматичного відключення секцій на розворотах та перекриттях;
3. Контроль показників якості посіву.
4. Передача даних про виконані операції на сервер, збереження даних та контроль якості виконання операцій (система Slingshot).
5. Система підрулювання SmartTrax.
6. Системи картографування врожайності (створення карт полів для роботи по змінним нормам внесення).

Окрім того, активно використовується дистанційне зондування сходів за допомогою супутникових даних та більш оперативне обстеження посівів за допомогою безпілотних літальних апаратів крилатого типу в інфрачервоному спектрі та коптерних у видимому спектрі. Такі технології дають змогу розуміти ситуацію на полях: якість посіву (пропуски, перекриття), якість внесення гербіцидів, дружність сходів та рівень вегетації рослини. Підприємство

постійно працює над збільшенням родючості землі, використовуючи посівний матеріал, засоби захисту та добрива тільки виробництва провідних компаній.

## 1.2 Структура землевикористання та посівних площ

Попри складні умови минулого року результати збиральної кампанії ТОВ "Урожайна країна" є найкращими серед агропідприємств Сумської області (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

№ п/п	Культура	Збір, т
1	Соняшник	21 302
2	Соняшник високоолеїновий	7 288
3	Соя	6 868
4	Кукурудза	810 000
5	Пшениця озима	11 034

Дані про використання посівних площ та динаміку врожайності наведено в табл. 1.2 та рис. 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.2

### Площі та врожайність вирощуваних агрокультур

№ п/п	Агрокультура	2021 рік		2022 рік		2023 рік	
		Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га	Площа, га	Урожайність, ц/га
1	Озима пшениця	2200	50,8	2300	49,7	2360	48
2	Соя	2500	27	3650	26,3	3700	26,7
3	Соняшник	4800	35	5190	33,7	5400	36
4	Кукурудза	13000	94	13500	92,2	14000	95
5	Всього	22500	-	24640	-	25460	-



Рис. 1.1. Структура посівних площ під основними агрокультурами

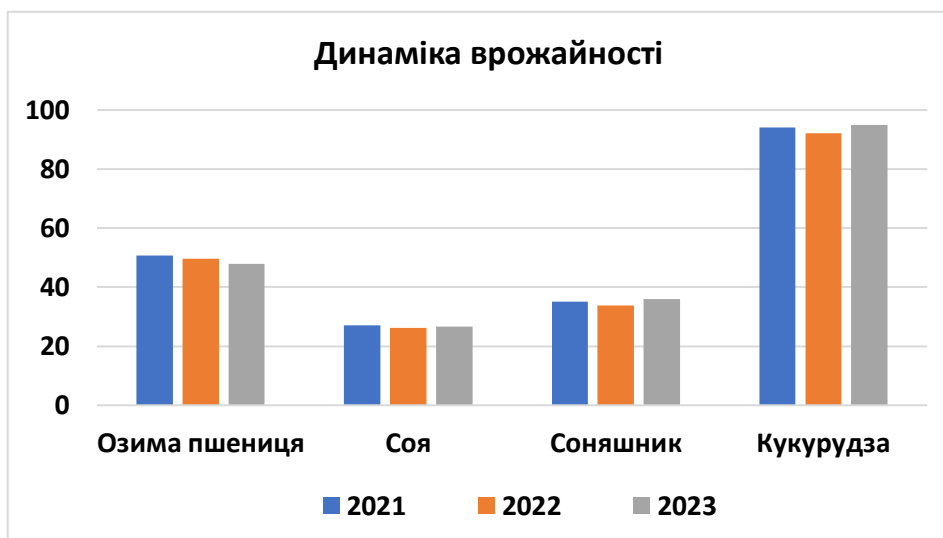


Рис. 1.2. Показники врожайності основних агрокультур

### 1.3 Склад машинного парку

Машинно-тракторний парк ТОВ “ Урожайна країна ”. Перелік та кількість тракторів, автомобілів, комбайнів та інших агромашин відображено в таблицях нижче.

Таблиця 1.3

Склад тракторного парку

№ п/п	Марка	Кількість	Потужність, кВт
1	John Deere 6132M	4	95
2	John Deere 8R	8	250
3	Fendt Vario 1000/1050	7	285
4	New Holland T8/T9	6	300
5	MT3-1221	2	90

Таблиця 1.4

## Склад парку складних машин

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

Таблиця 1.5

## Склад парку агромашин

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

Аналізуючи наведені показники діяльності ТОВ «Урожайна країна» та рівень технічного забезпечення технологічних процесів, зокрема при вирощуванні озимої пшениці можна зазначити, що виробництво агрокультури набуло доволі інтенсивного характеру, проте в останні 3 роки не спостерігається зростання врожайності. Причина цього може критися в недостатній якості обробітку ґрунту, а також кількості та якості внесення мінеральних добрив.

Метою кваліфікаційної роботи на основі даного підприємства є розробка кращого технічного забезпечення операцій передпосівного обробітку для озимої пшениці. Це має зменшити витрати людської праці та коштів при виробництві агропродукції, підвищити показники якості предпосівного обробітку і покращити ефективність технології вирощування загалом.

## **2. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

### **2.1. Технологічні властивості озимої пшениці**

Серед зернових культур, які вирощуються в нашій країні, озима пшениця має найбільші вимоги до ґрунту та сівозміни. У роки з недостатньою кількістю опадів урожай дає погано. Пшениця вимагає ґрунту з регульованим рН (5,3-7,5). Крім того, він чутливий до дефіциту кальцію і основних мікроелементів: алюмінію і марганцю. На думку багатьох дослідників, режим опадів у нашій країні не є сприятливим для вирощування озимої пшениці. Оптимальна висота для цього виду від 200 до 240 мм, що рідко можливо в наших умовах.

Пшениця відноситься до числа рослин з найбільшими вимогами до ґрунту і агрокультури – вони вищі, ніж у інших злакових культур. Це результат відносно нерозвиненої кореневої системи. Найкращі врожаї дає вирощування пшениці на ґрунтах, багатих гумусом і здатних акумулювати воду, з регульованим рН (рН від 6,5 до 7,2). При кислому ґрунті необхідно вапнування. При вирощуванні пшениці на бідніших ґрунтах, наприклад хорошого комплексу жита (клас IVa та IVb), більше уваги слід приділяти вибору сорту та відповідним чином збалансованим удобренням, яке має бути вищим на бідніших ґрунтах.

Слід також пам'ятати, що якщо ви бажаєте отримати високі врожаї пшениці з хорошими показниками якості, то не варто використовувати занадто багато спрощень та «економних технологій», особливо у випадку вирощування на слабкіших ґрунтах.

Пшениця є дуже вимогливою в агротехнічному відношенні рослиною, тому при вирощуванні цієї культури необхідно використовувати новітні високоврожайні сорти, відповідно підібрані для даної місцевості та використовувати гранульовані та позакореневі добрива найкращої якості, біостимулятори та ефективні засоби захисту рослин.

Пшениця має високі вимоги до попередника, найвищі серед усіх зернових. Вибір правильного попередника дуже важливий через сприйнятливість пшениці до хвороб основи стебла, т.зв. «подушкові хвороби». З цієї причини найкращими попередниками будуть: зернобобові, ріпак, картопля, овочі, а також кукурудза та цукрові буряки.

Найкращим попередником для озимої пшениці є бобові культури. По-перше, вони мають фітосанітарні властивості, очищають поле від небажаних речовин, напр. Позитивно впливаючи на структуру ґрунту, вони значно покращують його. Добрим попередником є також картопля, вирощена на гної, зібрана відносно рано (1-а декада вересня). Це не затримує терміни посіву пшениці. Ріпак і овес можуть бути добрими попередниками, якщо їх належним чином захистити від хвороб і бур'янів. Кукурудза не рекомендована як попередня культура для пшениці через боротьбу з бур'янами за допомогою триазинових агентів. Ці речовини можуть змінювати склад амінокислот, присутніх у білку пшениці. Ячмінь, тритикале та жито відносять до найгірших попередників. При вирощуванні цих рослин легко передається ряд грибкових захворювань. За оцінками, зниження врожайності може становити до 15% порівняно з вирощуванням після інших попередніх культур. Зернова сівозміна допомагає компенсувати бур'яни, типові для монокультурних культур. Мінеральне підживлення та зростання конкуренції між видами, що належать до однієї родини Poaceae, також стають проблематичними. Як правило, чим гірше місце для озимої пшениці, тим більший ефект від попередньої культури.

Факторами, що визначають послідовність культивуваційних обробок озимої пшениці, є: тип передпосіву та спосіб його вирощування. Післяжнивний обробіток стерні проводять після збирання зернових культур, ріпаку та гороху. Основна мета стерньового обробітку – швидше закрити ґрунтом насіння бур'янів і зменшити випаровування з поверхні поля. Виконується відносно неглибоко. Луцення має сенс лише тоді, коли між посівом і збиранням врожаю дає змогу розпушити ґрунт. Повний комплекс післяжнивних обробітків (стерньовий обробіток + боронування) рекомендується проводити після

раннього виходу з поля попередників. Боронування можна повторювати кілька разів. Ретельний післяжнивний обробіток ґрунту зменшує забур'яненість, головним чином самосівами зернових культур. Будучи джерелом багатьох грибкових і бактеріальних захворювань, вони становлять величезну загрозу для вирощування пшениці. Після зернових культур доцільно вирощувати покривні культури для зменшення надмірного випаровування. Прекрасно працює як зелене добриво. Численні досвіди вказують на можливість відмови від післязбиральних обробок після підсівної культивуації. Культури, які варто рекомендувати, є швидкорослі рослини: гірчиця біла, ріпак, редька олійна.

Передпосівна культивуація включає оранку та обробіток ґрунту. Глибина оранки повинна бути середньою, проводиться за 2-3 тижні до сівби. Ця обробка спрямована на перевертання верхнього шару ґрунту, порушуючи його природну структуру. Сильно аерує і підсушує ґрунт. Посів пшениці в неукріпленій ґрунт погіршує зимостійкість злаків. Їх вузол кущення формується глибше в ґрунті, і корінню важко рости. Якщо оранка була виконана занадто пізно, осідання ґрунту слід прискорити за допомогою котка. Культивуаційні обробки, особливо післязбиральні, відіграють ключову роль у зниженні популяції бур'янів при вирощуванні пшениці.

Дуже важливим елементом агротехніки вирощування пшениці є обробіток ґрунту, головною метою якого є створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Пшениця вимагає ретельного і своєчасного обробітку ґрунту. Гарна підготовка ґрунту забезпечує рівномірне сходження, тому, вирішуючи вирощувати той чи інший сорт і знаючи загрози, пов'язані з ґрунтово-кліматичними умовами, слід підібрати відповідну технологію вирощування. Оптимальний строк сівби для того чи іншого регіону країни також впливає на розмір і стабільність урожайності озимої пшениці. Занадто ранній посів небажаний, оскільки вже восени плантація може бути заражена грибковими захворюваннями, що призводить до гіршої зимівлі рослин.

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

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

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

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

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  $g_{za}$ , затрати сукупної енергії  $E_{mт}$  і собівартість години роботи технічного засобу  $C_{mз}$ .

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

Таблиця 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
		Трактора	с - г машини	самохідного агрегату		
1. John Deere 8R 310+Horsch Joker 6 RT	228	13400	3600		7,38	250
2. John Deere 8R 310+LEMKEN Rubin	228	13400	4800		7,2	250

Продуктивність технічного засобу, га/год:

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

$$W_{z.zm1} = 7,38 \cdot 0,81 = 5,9778;$$

$$W_{z.zm2} = 7,2 \cdot 0,81 = 5,832;$$

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

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

$t_{zm} = 0,81$

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

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

$$g_{za1} = 0,228 \cdot 250 / 5,9778 = 9,54;$$

$$g_{za2} = 0,228 \cdot 250 / 5,832 = 9,77;$$

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:

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

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

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

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

$g_{za}$  – 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];

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

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

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

$$g_{mi1} = 0,000$$

$$g_{mi2} = 0,000$$

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

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

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

$$a_{pm1} = 0,080$$

$$a_{pm2} = 0,080$$

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

$$M_{mp1} = 13400 \quad M_{mp2} = 13400$$

$$M_{p1} = 3600 \quad M_{p2} = 4800$$

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

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

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

$$N_i = 1$$

$$\begin{aligned} E_{nn1} &= (52,8 \cdot 9,54 + 0 \cdot 0) + ((0,0243 \cdot 13400 + 0,08 \cdot 3600 + (60,8 + 0 \cdot 1)) / 5,977) \\ &= 616,28; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{nn2} &= (52,8 \cdot 9,77 + 0 \cdot 0) + ((0,0243 \cdot 13400 + 0,08 \cdot 4800 + (60,8 + 0 \cdot 1)) / 5,832) \\ &= 648,15; \end{aligned}$$

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	John Deere 8R 310	John Deere 8R 310
Вартість, грн.	12000000	12000000
Марка с-г машини	Horsch Joker 6 RT	LEMKEN Rubin 9/600
Вартість, грн.	2100000	2400000

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

$$\Pi_k = \Pi_{мб} \cdot M_{мз}; \quad (1.6)$$

$$\Pi_{км1} = 6 \cdot 13400 = 80400;$$

$$\Pi_{км2} = 6 \cdot 13400 = 80400;$$

$$\Pi_{кс-21} = 6 \cdot 3600 = 21600;$$

$$\Pi_{кс-22} = 6 \cdot 4800 = 28800;$$

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

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

$T_p$  – строк служби трактору, роки;

$$T_{p1} = 10$$

$$T_{p2} = 10$$

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

$$T_{с.г.м1} = 10$$

$$T_{с.г.м2} = 10$$

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

[3 табл. 6.7],

$$T_{з.мп1} = 1600$$

$$T_{з.мп2} = 1600$$

$$T_{з.сгм1} = 200$$

$$T_{з.сгм2} = 200$$

$$A_{мп1} = (12000000 - 80400) / (10 \cdot 1600) = 744,98;$$

$$A_{мп2} = (12000000 - 80400) / (10 \cdot 1600) = 744,98;$$

$$A_{сгм1} = (2100000 - 21600) / (10 \cdot 200) = 1039,2;$$

$$A_{сгм2} = (2400000 - 28800) / (10 \cdot 200) = 1185,6;$$

$$A_{азр1} = 744,98 + 1039,2 = 1784,2;$$

$$A_{азр2} = 744,98 + 1185,6 = 1930,6;$$

Витрати на погашення кредиту, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини )

$$K = \frac{(Ц_n - Ц_k)k}{2T_p \cdot T_3} \quad (1.7)$$

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

$$K_{mp1} = ((12000000 - 80400) * 0,28) / (2 * 10 * 1600) = 104,297;$$

$$K_{mp2} = ((12000000 - 80400) * 0,28) / (2 * 10 * 1600) = 104,297;$$

$$K_{с2м1} = ((2100000 - 21600) * 0,28) / (2 * 10 * 200) = 145,488;$$

$$K_{с2м2} = ((2400000 - 28800) * 0,28) / (2 * 10 * 200) = 165,984;$$

$$K_1 = 104,297 + 145,488 = 249,78;$$

$$K_2 = 104,297 + 165,984 = 270,28;$$

Витрати на зберігання технічних засобів, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини )

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

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

$$З_{б.мп1} = ((12000000 - 80400) * 0,01) / (10 * 1600) = 7,45;$$

$$З_{б.мп2} = ((12000000 - 80400) * 0,01) / (10 * 1600) = 7,45;$$

$$З_{б.с2м1} = ((2100000 - 21600) * 0,01) / (10 * 200) = 10,392;$$

$$З_{б.с2м2} = ((2400000 - 28800) * 0,01) / (10 * 200) = 11,856;$$

$$З_{б1} = 7,45 + 10,392 = 17,842;$$

$$З_{б2} = 7,45 + 11,856 = 19,306;$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

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

де:  $\Pi_p$  – річний податок, грн.

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

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

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

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

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

$$\Pi_{czm1} = 0/200 = 0;$$

$$\Pi_{czm2} = 0/200 = 0;$$

$$\Pi_1 = 0,25 + 0 = 0,25;$$

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

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

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

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

Ставка механізатора:

1. John Deere 8R 310+Hors 81,53

2. John Deere 8R 310+LEM 81,53

Ставка обслуговуючого персоналу:

1. John Deere 8R 310+Hor 0

2. John Deere 8R 310+LEM 0

$$Z_{n1} = 81,53 + 0 = 81,53;$$

$$Z_{n2} = 81,53 + 0 = 81,53;$$

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

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

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

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

$$B_{n1} = 1,15 * 50 * 9,54 * 1,2 * 5,9778 = 3933;$$

$$B_{n2} = 1,15 * 50 * 9,77 * 1,2 * 5,832 = 3933;$$

Вартість технічного обслуговування, грн./год.

(визначається окремо для трактора і робочої машини )

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

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

$$\begin{array}{lll} a_{mom1} = 0,08 & a_{mom2} = 0,08 & a_{mom3} = 0 \\ a_{moc21} = 0,16 & a_{moc22} = 0,16 & a_{moc23} = 0 \end{array}$$

$$B_{mo.mp1} = ((12000000-80400)*0,08)/(2*10*1600)=29,8;$$

$$B_{mo.mp1} = ((12000000-80400)*0,08)/(2*10*1600)=29,8;$$

$$B_{mo.c2m1} = ((2100000-21600)*0,16)/(2*10*200)=83,1;$$

$$B_{mo.c2m1} = ((2400000-28800)*0,16)/(2*10*200)=94,8;$$

$$B_{mo.1} = 29,8+83,1=112,9;$$

$$B_{mo.2} = 29,8+94,8=124,6;$$

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

$$C_{m3} = 1784,2+249,78+17,842+0,25+81,53+3933+112,9=6179,5;$$

$$C_{m3} = 1930,6+270,28+19,306+0,25+81,53+3933+124,6=6359,6;$$

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	$W_{z.zm}$ , га/год	$g_{za}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{m3}$ , грн./год
1. John Deere 8R 310+Horsch Joker 6 RT	5,98	9,54	616,3	6179,5
2. John Deere 8R 310+LEMKEN Rubin 9/600	5,83	9,77	648,2	6359,6

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  $W_{z.zm}$

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	$\Pi_j$
1. John Deere 8R 310+Horsch Joker 6 RT	0,17	9,54	616,3	6179,5	1907621,56
2. John Deere 8R 310+LEMKEN Rubin 9/600	0,17	9,77	648,2	6359,6	2064692,92

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 O).

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

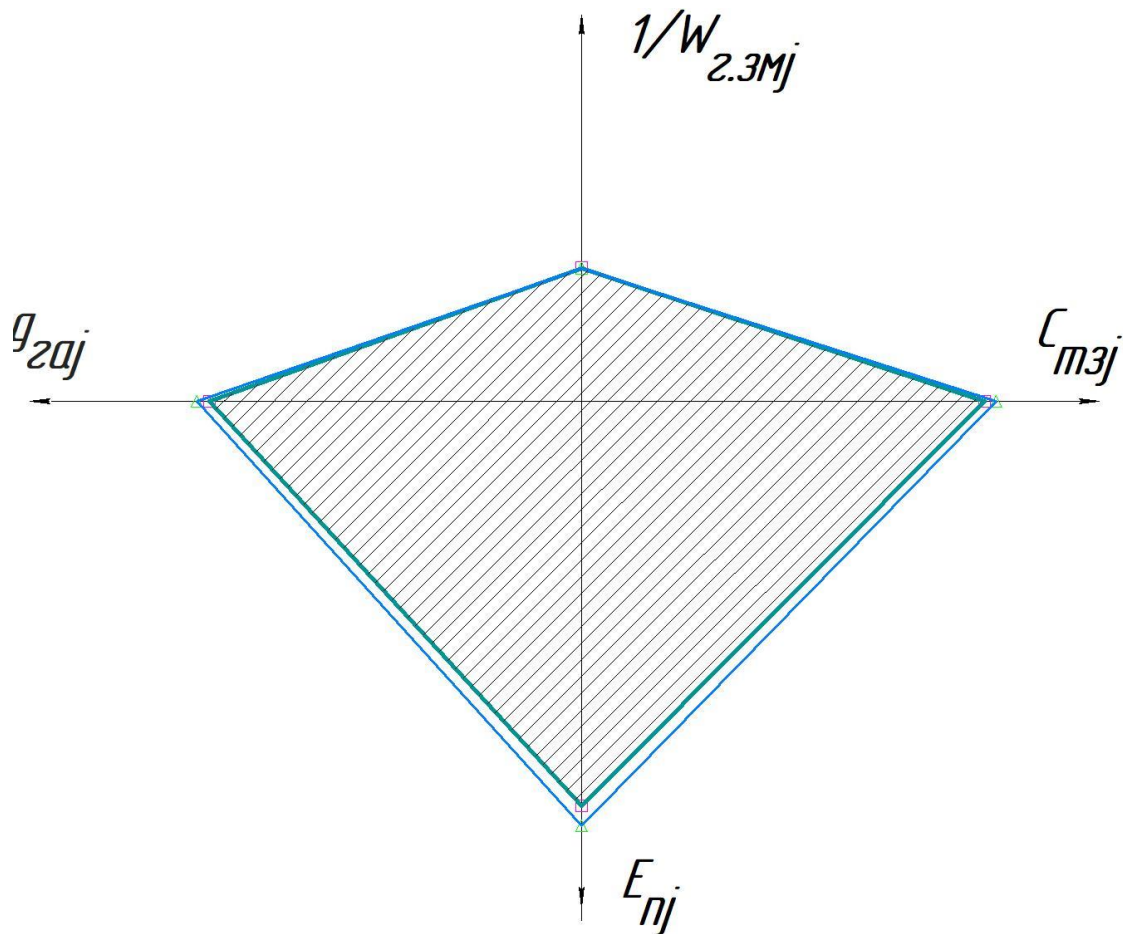


Рис. 2.1 - Графічний метод Паретто

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

$$P_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{z.3mj}} \cdot g_{zaj} + \frac{1}{2} g_{zaj} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{mzj} + \frac{1}{2} C_{mzj} \cdot \frac{1}{W_{z.3mj}} \quad (1.13)$$

$$P_1 = (0,5 \cdot 0,17 \cdot 9,54) + (0,5 \cdot 9,54 \cdot 616,28) + (0,5 \cdot 616,28 \cdot 6179,52) + (0,5 \cdot 6179,52 \cdot 0,17) = 1907621,6;$$

$$P_2 = (0,5 \cdot 0,17 \cdot 9,77) + (0,5 \cdot 9,77 \cdot 648,15) + (0,5 \cdot 648,15 \cdot 6359,59) + (0,5 \cdot 6359,59 \cdot 0,17) = 2064692,9;$$

Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі  $P_j$ . Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту  $P_0$  по формулі 13.

$$P_0 = (0,5 \cdot 0,17 \cdot 9,53528053799056) + (0,5 \cdot 9,53528053799056 \cdot 616,28) + (0,5 \cdot 616,28 \cdot 6179,52) + (0,5 \cdot 6179,52 \cdot 0,17) = 1907621,56.$$

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

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_0} \quad (1.14)$$

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

Варіант	$\frac{1}{W_{z.3mj}}$	$g_{za}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{mz}$ , грн./год	$P_j$	$\mu$
1. John Deere 8R 310+Horsch Joker 6 RT	0,17	9,54	616,28	6179,52	1907621,6	1,00
310+LEMKEN Rubin	0,17	9,77	648,15	6359,59	2064693	1,08
Ідеал	0,17	9,54	616,28	6179,52	1907622	1

Порівнюючи значення  $\mu_j$  різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням  $\mu_0$  знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі.

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

трактор: John Deere 8R 310

с.-г. машина: Horsch Joker 6 RT

## 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 огривів та не повністю підрізаних скиб.

Марка трактора: John Deere 8R 310

с.г. машина: Horsch Joker 6 RT

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

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

$$V_{lim} = 12$$

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

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

призначенням машини;

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

Таблиця 2.1. Тягові параметри трактора.

передача параметри	2	3	4			
$V_p$ , км/год	8,13	9,87	13,21			
$P_{т.н}$ , кН	90,84	45,77	21,63			
$N_{т.max}$ , кВт	140,06	129,24	104			

$$N_{e.n.}, \text{кВт} = 228$$

- 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 ( $P_{m.n}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку.

$$N_{т.мах} = 129,24$$

$$V_p = 9,87$$

$$P_{т.н} = 45,77$$

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 $P_{т.н}$ , кН
John Deere 8R 310	134	3	9,87	45,77

Таблиця 2.3. Технічні характеристики с-г машини.

Марка	Вага $G_m$ , кН	Ширина захвату $B_m$ , м	Інтервал швидкостей $V_{lim}$ , км/год
Horsch Joker 6 RT	36	6,15	12

Розрахувати питомий тяговий опір робочих машин.

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

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

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

$$\xi_k = 1$$

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

$$\Delta C = 2$$

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

Для визначення приросту  $\Delta k$  користуються залежностями, які приведені на рис. 1 – 5 [2] з урахуванням типу і різновиду ґрунтів. При цьому, за точку оптимуму ( $W_{opt}$ ) приймають вологість при якій можлива висока якість обробітку ґрунту (табл. 2.5). Величина відхилення вологості ( $\Delta$ ) визначається при порівнянні значення вологості ґрунту ( $W$ ), яка задана в вихідних даних, і оптимальної ( $W_{opt}$ ).

Для заданих ґрунтів:  $\Delta_k = 4 \%$ ;  $k_{vm} = 6,85$

Розрахувати робочий опір агрегату, кН:

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

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

(знак "+" відповідає руху на підйом)

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

$$\lambda_q = 0,3$$

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

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

на підйом:

$$R_a = 6 \cdot 6,15 + 134 \cdot \sin 1^\circ = 39,24;$$

на спуск:

$$R_a = 6 \cdot 6,15 - 134 \cdot \sin 1^\circ = 34,56.$$

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:  $\xi_\delta = 39,24 / (45,77 - 134 \cdot \sin 1^\circ) = 0,9;$

**допустимо**

на спуск:  $\xi_\delta = 34,56 / (45,77 + 134 \cdot \sin 1^\circ) = 0,72.$

**допустимо**

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

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі:

трактора John Deere 8R 310 ;  
с-г машини Horsch Joker 6 RT , який виконує технологічну операцію  
на 3 передачі,  
 $V_p = 9,87$  (рух на підйом) і  
на 3 передачі,  
 $V_p = 9,87$  (рух на спуск),

конструктивна ширина захвату  $B_k = b_{кор} \cdot n_{кор} = 6,15$  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:

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

$$N_{\phi p} = (68,38 * 9,87) / (3,6 * 0,9 * 0,975) = 213,64;$$

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

$P_{руш}$  – рушійна сила, кН;

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

$$P_{руш} = 134 * (0,2 + \sin 1^\circ) + 39,24 = 68,38;$$

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

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

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

$$\delta = 2,5$$

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

Ступінь використання ефективної потужності двигуна:

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

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

$$\xi_{N\phi p} = 213,64/228=0,94. \quad \text{допустимо}$$

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 заїмки, м:

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

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

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

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

де:  $L$  – довжина гону (поля), м;  $L_p = 1000 - (2 \cdot 17,712) = 964,58$ .

$E_p$  – 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]:

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

$$E_{\text{min}} = 10,64448 + 3,69 + 1,372 = 15,71;$$

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

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

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

де:  $\lambda_E$  – коефіцієнт пропорційності, чисельні значення його приведені в [3, рис. 5.2 і табл. 5.6];  $\lambda_E = 2,8$

$R_n$  – середній радіус повороту агрегату;

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

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

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

$V_n = 5$  км/год [3, табл. 5.4];  $R_{no} = 2,88$

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

при  $V_n = 9$  маємо  $a_R = 1,32$  ;  $R_n = 3,80$

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

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

де:  $\nu_E$  – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

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

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

$$\nu_E = 0,6$$

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

$$B_k = 6,15$$

$$d_k = 0,6 * 6,15 = 3,69.$$

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

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

$$e = 0,1 * 13,72 = 1,37;$$

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:  $a_e = 0,1$

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

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

$$l_{mp} = 6,16 \quad l_M = 7,56 \quad l_{д.м.} = 0$$

$$l_a = 6,16 + 7,56 + 0 = 13,72.$$

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 огріхів):

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

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

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

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

$$B_p = 6,15 * 0,96 = 5,9;$$

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

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

Результат округляється до цілого числа (парного чи непарного).

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

$$n_{\phi} = 15,70648/5,904=3;$$

$$L_p = 964,58;$$

$$E_p = 3 \cdot 5,904 = 17,71;$$

$$C_{onm} = \sqrt{16 \cdot (3,8016^2) + 2 \cdot 5,904 \cdot 964,576} = 107,8.$$

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)

$$n_{кр} = 107,8 / (2 \cdot 5,904) = 9;$$

$$C_p = 9 \cdot (2 \cdot 5,904) = 108.$$

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:

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

$$\varphi = 964,576 / (964,576 + 0,5 * 108 + 3,8016 + 2 * 1,372) = 0,94;$$

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:

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

$$T_{зуп} = 0,1 + 0,336 = 0,44;$$

$$T_p = 0,93 * (7 - 0,436) = 6,13.$$

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:

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

$$\tau_{рух} = (0,91 * 0,94) / ((0,91 - 1) * 0,94 + 1) = 0,93;$$

де:  $k = \frac{V_{нов}}{V_p}$

$$k = 9 / 9,87 = 0,91.$$

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

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

$$\tau_{зм} = 6,13/7=0,88.$$

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

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

$$W_{зм} = 0,1*5,904*9,87*0,88=5,11.$$

Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

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

$$W_{зм} = 5,11*7=35,74.$$

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:

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

$$\tau_{нов} = 0,06*6,13=0,37;$$

$$T_{нов} = 0,37*6,13=2,26;$$

$$g_{za} = (25 \cdot 6,13 + 12 \cdot 2,26 + 2,4 \cdot 0,436) / (7 \cdot 5,11) = 5,08.$$

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

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

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

$$Z_{n.za} = 1/5,11 = 0,2.$$

Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га:

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

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

$$A_n = 4,166 \cdot 5,08 = 21,15 \cdot 10^7.$$

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	$g_{za}$ , га	$Z_{n.za}$ , ЛЮД год/га	$A_n$ , Дж/кг
5,11	5,08	0,20	$21 \cdot 10^7$

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА. СТІЙКА КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.

#### 3.1. Необхідність застосування пристрою, його будова і робота.

На поверхні поля після дискування часто спостерігаються гребені та борозни, які утворюються через викидання ґрунту крайніми дисками за межі ширини захвату борони. Крім того, при обробці країв ґрунт викидається за межі поля. Ця конструктивна особливість впливає на швидкісний діапазон в якому дискова борона може працювати якісно. Адже наявність нерівностей на поверхні поля негативно вплине на наступний посів агрокультур зокрема і озимої пшениці. Вона висівається рядковим способом і через нерівності на полі сівалка може залишати огріхи, а також рядки будуть нерівні.

Для запобігання такого явища, виробники дискових знарядь застосовують різні конструктивні рішення, наприклад: встановлення крайніх дисків меншого діаметру, встановлення додаткових відбійників у вигляді дисків або пластин. Для борін Horsch Joker виробниками також передбачено декілька варіантів конструкції відбивачів ґрунту, проте вони застосовуються не на всіх моделях і взагалі є лише опцією, а не базовим елементом.



Рис. 3.1. Загальний вигляд конструктивної розробки.

Для оснащення борони такими відбивачами власнику необхідно буде додатково витратити близько 1700 євро. Тому нами було запропоновано

конструктивно спрощену і більш дешеву конструкцію відбивача власного виготовлення.

Взявши пружинні зуби від валкоутворювача, що відслужив свій вік, а також трубу прямокутного перерізу і дві металеві пластини, можна виготовити власний пристрій. Дві пари зубів з привареним до них у кількох місцях металевим листом будуть надійно утримувати потік ґрунту в рамках ширини захвату машини.

### 3.2. Інженерні розрахунки.

#### Розрахунок болтів на зрізання

На конструкцію відбивача діють дві сили:  $P_1 = 2\text{кН}$  та  $P_2 = 1,2\text{ кН}$  при дискуванні. Розрахуємо тяговий опір пристрою при його взаємодії з потоком ґрунту за формулою: [3]

$$R_n = K_{num} \cdot b_n \quad (3.1)$$

де  $K_{num}$  – величина питомого опору ґрунту, кН/м;

$b_n$  – ширина відбивальної пластини, м.

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

Зусилля  $P_1$  діє на відстані 400мм від центру болтів,  $P_2$  на відстані 240мм.

$$l_1 = 400\text{мм}, R_1 = 2\text{кН},$$

$$l_2 = 240\text{мм}, R_2 = 1,2\text{кН}.$$

Виконуємо необхідні розрахунки:

Для цього складемо рівняння моментів відносно точки А.

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

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

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

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

Допустиме значення поперечного перерізу болта:

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

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

3.

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

Отримуємо діаметр болта:

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

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

Діаметр кріпильних болтів на рамі дорівнює 16 мм. Тобто болти, що нами застосовуються здатні витримати виникаючі при дискуванні навантаження і підсилення не потребують.

#### 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Основною метою дипломного проектування по даному господарству є розробка механізації технологічних процесів обробітку ґрунту. Це дасть можливість зменшити відсотки ручної праці при виробництві продукції, зменшити агротехнічні строки і домогтися значно кращих результатів.

З метою економічної оцінки пропонованих в роботі рішень, проведемо порівняння техніко-економічних показників існуючої в господарстві та удосконаленої нами технологій виробництва озимої пшениці.

Таблиця 5.1

Розрахункові дані ефективності виробництва озимої пшениці

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія
1	2	3
1. Балансова вартість машини що припадає на вирощування культури ( $B_k$ ), грн.	204311,90	193300
2. Витрати на оплату праці ( $Z$ ), грн.		
– оплата по тарифу	8020,4	10474,3
– додаткова оплата	802,04	1047,43
– нарахування на оплату	3208,16	4189,72
Разом	12030,6	15711,45
3. Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування ( $П_p$ ), грн.	29160,55	25129
4. Амортизаційні відрахування ( $A$ ), грн.	33646,79	28995
5. Витрати пального ( $П$ ), кг.	4650	4517,1
6. Ціна комплексного палива ( $Ц_k$ ), грн.	45	45
7. Вартість палива ( $C$ ), грн	209250	203269,5
8. Кількість мінеральних добрив, т	32	35
в т.ч.: азотних	15	15,7
фосфорних	12	12,7
калійних	5	6,7
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	314000
фосфорних	420000	444500
калійних	100000	134000
Разом:	820000	892500
12. Кількість насіння, т	20	20
13. Ціна 1 тони насіння, грн.	7700	8000
14. Вартість насіння ( $B_H$ ), грн.	154000	160000
15. Кількість протруйних засобів, л.	50	50
16. Ціна 1 л, грн.	83,12	83,12
17. Витрати на засоби захисту ( $B_{ЗАХ}$ ), грн.	4156	4156
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.	2700	2907
20. Витрати на електроенергію ( $B_E$ ), ( $12,54 \cdot 0,52$ )	398,28	398,28
21. Сума прямих виробничих витрат без амортизації ( $ПВВ$ ), ( $ПВВ = 3 + П_P + C + B_M + B_H + B_{ЗАХ} + B_{ТР} + B_{ЕЛ}$ ), грн.	1239706,75	1311532,23
22. Орендна плата за землю ( $B_O$ ), грн. ( $B_O = 130$ грн/га)	100000	100000
23. Страхові платежі ( $B_{СП}$ ), грн. ( $B_{СП} = ПВВ \cdot 0,07$ )	86779,47	91807,26
24. Інші прямі витрати ( $B_{ІН}$ ), грн. ( $B_{ІН} = ПВВ \cdot 0,10$ )	123970,68	131153,22
25. Загальновиробничі витрати ( $B_{ЗАГ}$ ), грн. ( $B_{ЗАГ} = ПВВ \cdot 0,05$ )	61985,34	65576,61
26. Всього виробничих витрат ( $ВВ$ ), грн. ( $ВВ = ПВВ + B_O + B_{СП} + B_{ІН} + B_{ЗАГ} + A$ )	1646089,025	1729064,321
в т. ч. на 1 га посіву	16460,89	17290,64
на 1 ц продукції	365,801	360,22

## Розрахункові дані ефективності виробництва озимої пшениці

Показники	Існуюча технологія	Пропонована технологія	Відхилення, %
1. Площа посіву, га	100	100	0
2. Урожайність, ц/га.	46	50	8,7
3. Валовий збір зерна, т	460	500	8,7
4. Витрати часу, год.			
на 1 га	5,71	5,64	-1,241
на 1 ц	0,16	0,14	-14,29
5. Виробничі витрати, тис. грн.	1646,089	1729,064	-5,04
6. Собівартість 1 центнера зерна, грн.	357,85	345,81	-3,3
7. Ціна продукції, грн./ц.	650,0	650,0	0
8. Вартість продукції, тис. грн.	2990	3250	8,7
9. Умовний прибуток, тис. грн.	1343,911	1520,936	13,2
10. Додаткова сума прибутку, тис. грн.		177,025	

**Висновок:** розрахунки свідчать, що в господарстві втілення новітньої технології вирощування озимої пшениці забезпечує збільшення обсягу виробництва продукції на 8,7%, при зменшенні собівартості 1 ц зерна на 3,3 %, з площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 177,025 тис. грн..

## **ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ**

Існуюча технологія виробництва озимої пшениці 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 озимої пшениці дозволяє збільшити врожайність, зменшити затрати праці, а також експлуатаційні затрати.

Розрахунки свідчать, що в господарстві втілення нової технології вирощування озимої пшениці забезпечує збільшення обсягу виробництва продукції на 8,7%, при зменшенні собівартості 1 ц зерна на 3,3 %, з площі в 100 га підприємство отримує додаткову суму прибутку в 177,025 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.