

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

**До захисту**  
**Допускається**  
**Завідувач кафедри**

**Шуляк М.Л.**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Технічне забезпечення підготовки ґрунту під посів кукурудзи на зерно в умовах ТОВ МПХ «Урожайна країна», Роменського району Сумської області»

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Близнюк А.О.

(Прізвище, ініціали)

Група:

\_\_\_\_\_ АІ 2101 – 1ст.

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Соколік С.П.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

## АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка містить в собі 44 аркуші, 16 – таблиць, 22 – використаних джерел літератури, і 5 – графічних аркушів.

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

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

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

Розрахований економічний аналіз ефективної технології.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз господарської діяльності підприємства.....	7
1.1 Розташування та напрямок.....	7
1.2 Землекористування та структура посівних площ.....	7
1.3 Характеристика тваринництва в господарстві.....	8
1.4 Склад і використання МТП господарства.....	10
2 Технічне забезпечення технологічного процесу передпосівної культивуації для кукурудзи на зерно.....	12
2.1 Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно.....	12
2.2 Обґрунтування технічних засобів для виконання технологічного процесу «культивуація».....	15
2.3 Організація виконання технологічного процесу "культивуація".....	24
3 Конструкторська розробка. Пристрій для передпосівного обробітку ґрунту...	35
3.1 Необхідність застосування пристрою.....	35
3.2 Будова і робота пристрою.....	35
3.3 Інженерні розрахунки.....	37
4 Економічне обґрунтування проекту.....	39
Висновки.....	41
Список використаних джерел.....	42

## ВСТУП

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

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

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

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

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



# 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

## 1.1 Місце розташування та напрямок діяльності господарства

Агропідприємство **ТОВ «Урожайна країна»** було засноване влітку 2010 року. Воно спеціалізовано на вирощування агрокультур: ранні зернові, кукурудза, соя, соняшник, ріпак озимий та гречка. Входить до складу холдингу "Миронівськийхлібопродукт". Площа під посівами агрокультур близько 31 тис. га. Кількість працюючого персоналу перевищує 300 осіб. В м. Ромни розташовано головний офіс. Підприємство здійснює діяльність у Роменському і Сумському районах Сумської області. **ТОВ «Урожайна країна»** є одним з лідерів на ринку агровиробників.

**Компанія** приділяє значну увагу розвитку власних розробок та застосуванню перспективних сучасних агротехнологій. Наприклад, протягом останніх років вдалося реалізувати проект "Точне землеробство", що має на меті удосконалення кількох основних напрямків:

1. Система висіву з різними нормами (норма, відстань в рядку).
2. Системи автоматичного посекційного відключення на розворотах та клинах;
3. Контроль показників якості процесу висіву.
4. Трансфер даних про виконані технологічні операції на сервер, їх збереження та контроль за якістю виконання (система Slingshot).
5. Автопілотна система SmarTrax.
6. Система моніторингу врожайності (створення карт неоднорідностей для роботи по технологіям змінних норм).

Доволі активно використовуються засоби дистанційного зондування зходів за допомогою даних супутникових знімків та більш оперативне обстеження полів з використанням безпілотних літальних апаратів типу «крило» в інфрачервоному спектрі та коптерного типу у видимому спектрі. Ці технології дають змогу добре бачити ситуацію на полі: якість посіву (пропуски, пересіви), якість внесення ЗЗР, дружність зходів та показники вегетації рослин.

Агропідприємство постійно працює над зростанням показників родючості ґрунтів, використовуючи посівний матеріал, пестициди та добрива тільки виробництва перевірених провідних компаній.

## 1.2 Структура землекористання та посівних площ

Попри несприятливі умови попередніх років, результати кампанії по збиранню врожаю ТОВ "Урожайна країна" стали кращими серед агропідприємств Сумщини (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 зайнятість посівних площ та динаміку показників врожайності

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	-

приведено в табл. 1.2 та рис. 1.1 та 1.2.

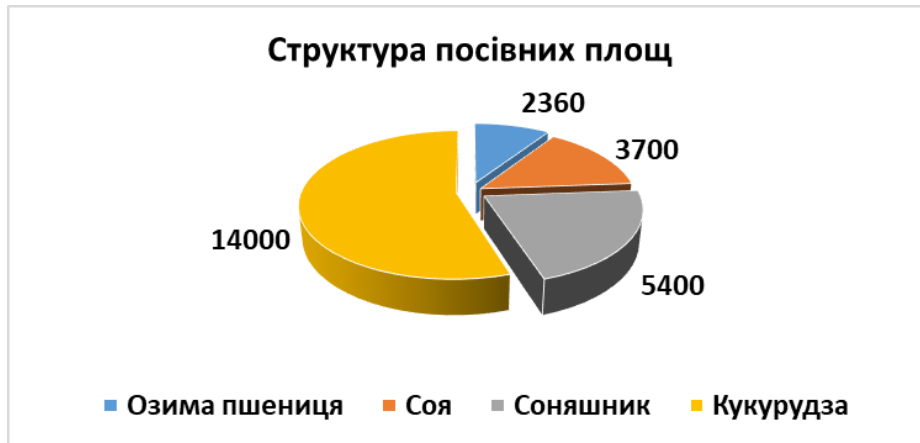


Рис. 1.1. Структура площ під агрокультурами

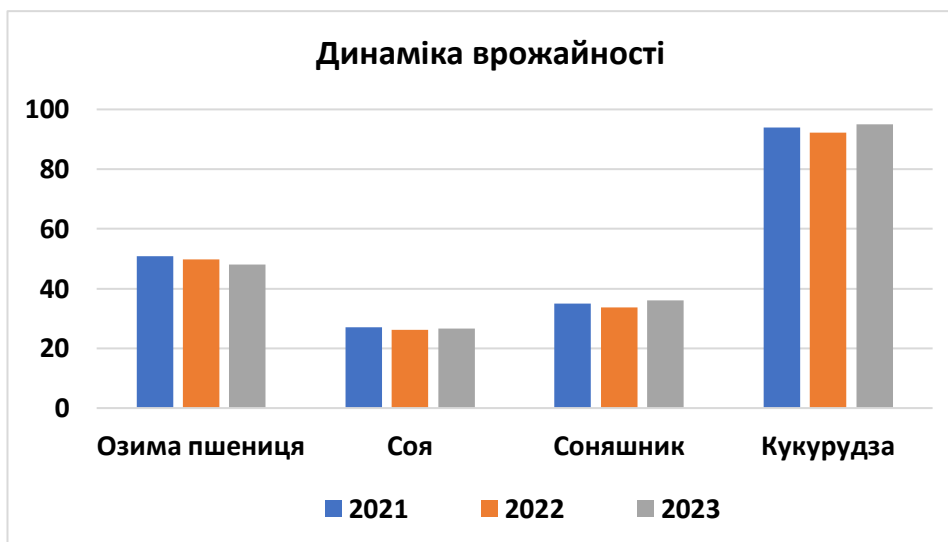


Рис. 1.2. Динаміка врожайності основних культур

### 1.3 Склад машинного парку

ТОВ “Урожайна країна ” має великий машинний парк. Перелік та кількість енергозасобів, автотранспорту, комбайнів та інших агромашин наведено 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 4/8	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 вищенаведені показники діяльності ТОВ «Урожайна країна» та стан технічного забезпечення технологічних процесів, в тому числі при вирощуванні кукурудзи на зерно можна зазначити, що процес виробництва агрокультури має доволі інтенсивний характер, проте в останні три роки не спостерігається відчутного зростання врожайності. Причина цього може бути в недостатній якості виконання операцій обробітку ґрунту, а також нормах та якості внесених мінеральних добрив.

Метою нашої кваліфікаційної роботи на базі даного агропідприємства є обґрунтування оптимального технічного забезпечення технологічних операцій обробітку ґрунту для кукурудзи на зерно. Запропоновані рішення мають зменшити витрати праці та грошових коштів при виробництві культури, підвищити показники якості обробітку під посів і загалом покращити ефективність вирощування агрокультури.

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

### **2.1 Особливості підготовки ґрунту під посів кукурудзи на зерно**

Кукурудза — рослина з високим потенціалом урожайності, яку можна використовувати на зерно, силос та в енергетичних цілях. Щоб повною мірою використати її потенціал, варто знати екологічні та ґрунтові вимоги кукурудзи. Відповідні умови вирощування дозволять отримувати високі та якісні врожаї.

Кукурудза походить з Мексики і, як тропічна рослина, найкраще розвивається в умовах хорошого сонячного світла та високих температур. Цей вид демонструє сильну фотоперіодичну реакцію - чим довший день, тим краще він використовує сонячну енергію для виробництва асимілятів. Але умовою є відповідна температура (оптимум 16-24°C залежно від фази) і хороша вологість ґрунту і повітря.

Вибравши термін посіву і сорт для вирощування, можна в якійсь мірі стати незалежним від примхливої погоди. Рання сівба дозволяє краще використовувати зимові запаси води в ґрунті, а підбір сорту з відповідною скоростиглістю дозволяє уникнути втрат, пов'язаних із запізненням зі збиранням і висиханням зерна.

Незважаючи на селекційний прогрес, кукурудза все ще має високі вимоги до тепла, погано переносить перепади температур і найбільш чутлива до весняних заморозків. Оптимальна температура проростання 12-15°C, але цей процес починається при 8-10°C. Нові сорти можуть прорости навіть при 6°C, що дає надію на подальше прискорення сівби в Польщі.

Потреба кукурудзи у воді висока (близько 500-600 мм за сезон), але рослини цього виду витрачають воду досить економно. Основним фактором обмеження урожайності в нашій країні є часті недоліки опадів на ключових фазах розвитку. Надлишок опадів (350-400 мм) також несприятливий.

Кукурудза не має надмірних вимог до ґрунту, але найкраще дає врожай на чорноземах, алювіальних ґрунтах і лесах, а також на родючих, повітряних і теплих глинистих пісках. Придатний для вирощування в класах оцінки 4а, 4б і 5 за умови хорошого зволоження. Оптимальний рН ґрунту 6,0-7,5.

Проблемою є холодний, важкий, вологий, сухий і піщаний ґрунт. Забезпечення гумусу в ґрунті має вирішальне значення для утримання води і, отже, успіху врожаю. При нестачі опадів навіть 5-сантиметровий шар ґрунту визначає врожайність.

Підсумовуючи, розуміння вимог кукурудзи до навколишнього середовища та ґрунту дозволяє оптимізувати вирощування та отримувати високі врожаї хорошої якості. Головне – вибрати правильний сорт, оптимальний строк посіву, забезпечити достатню вологість і родючість ґрунту. Варто пам'ятати, що вжиті агротехнічні заходи можуть лише певною мірою нівелювати вплив погоди, що визначає використання потенціалу врожайності кукурудзи.

*Посів* кукурудзи є одним з найважливіших агротехнічних заходів, що значною мірою визначає розмір і якість урожаю. Вирішальне значення мають терміни та техніка, а також правильна підготовка ґрунту. Щоб вирощування кукурудзи принесло очікувані результати, варто знати основні правила.

Оптимальний термін посіву кукурудзи в Польщі – середина квітня, коли ґрунт на глибині 8 см досягне температури 8-10°C. На більш легких, швидко прогріваються ґрунтах і з використанням сортів зі зниженими тепловими вимогами можливий більш ранній посів (з початку квітня). Однак надто ранній посів у холодний ґрунт може призвести до поганих сходів і пошкодження морозом.

Густоту посіву слід адаптувати до сорту та напряму використання. При вирощуванні зернових зазвичай становить 80-90 тис. насіння/га, а на силос можна збільшити до 100 тис. Важлива не тільки кількість рослин, але й рівномірний розподіл рослин, який забезпечують тільки точні сівалки точного

висіву. Глибина посіву повинна бути 3-5 см на більш важких ґрунтах і 4-6 см на легких.

#### *Підготовка ґрунту та догляд за ним.*

Кукурудза не вимагає дуже глибокої оранки (20-25 см). Навесні необхідно якнайшвидше підправити ґрунт культиватором, щоб зменшити втрати води та створити хороші умови для проростання бур'янів, з якими потім боремося бороною чи культиватором. Безпосередньо перед посівом насіння закладають на потрібну глибину в добре зволожений ґрунт за допомогою агрегату або культиватора зі струнним котком.

Одним із способів зменшення витрат і захисту ґрунту є смуговий обробіток ґрунту, популярний, наприклад, у США. Однак це вимагає спеціального обладнання та досвіду. Як правило, мульчований посів пов'язаний із ризиком поганих сходів через низьку температуру ґрунту, але це можливо практично на кожному господарстві, де є кукурудзяна сівалка.

Після появи сходів основні засоби обробки включають боротьбу з бур'янами (механічним та/або хімічним шляхом), правильне підживлення та захист від шкідників. У разі нестачі та нерівномірності опадів варто подумати про зрошення, яке значно стабілізує врожайність.

Підводячи підсумок, можна сказати, що точний посів у добре підготовлений прогрітий ґрунт і ретельний догляд забезпечують швидке рівномірне сходження, оптимальну густоту посадки та сприятливі умови для росту кукурудзи. Навіть незначні помилки або затримки в обробках можуть призвести до втрати деякого потенціалу врожайності. Тому варто слідкувати за новими агротехнічними рішеннями та впроваджувати їх у власній практиці, але не забувати про адаптацію технології до місцевих умов.



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

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

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

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

*Послідовність виконання завдання:*

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

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
		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:

$$W_{z.3M} = W_o \cdot \tau_{3M}; \quad (2.1)$$

$$W_{z.3M1} = 4,8 \cdot 0,76 = 3,648;$$

$$W_{z.3M2} = 9,9 \cdot 0,76 = 7,524;$$

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:

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

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

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

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

$$a_{n3} =$$

$g_{za}$  – 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];

$$\alpha_{mi1} = 0$$

$$\alpha_{mi2} = 0$$

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

$$g_{mi1} = 0$$

$$g_{mi2} = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

$a_i$  – 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:

$$C_{mз} = A + K + З_{\text{б.}} + П + C_{\text{м.}} + З_{\text{н.}} + B_{\text{н.}} + B_{\text{м.}} + B_{\text{мо}}; \quad (1.4)$$

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

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

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

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

$C_{\text{м.}}$  – страхові внески, грн./год;

$З_{\text{н.}}$  – витрати на оплату праці персоналу, грн./год;

$B_{\text{н.}}$  – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год;

$B_{\text{м.}}$  – вартість технологічних матеріалів, грн./год;

$B_{\text{мо}}$  – 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.

$$\Pi_k = \Pi_{mb} \cdot M_{mz}; \quad (2.6)$$

$$\Pi_{km1} = 6 \cdot 4480 = 26880;$$

$$\Pi_{km2} = 6 \cdot 8200 = 49200;$$

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

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

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

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

$T_p$  – строк служби трактору, роки;

$$T_{p1} = 10$$

$$T_{p2} = 10$$

$T_{c.z.m}$  – строк служби с.г. машини, роки;

$$T_{c.z.m1} = 5$$

$$T_{c.z.m2} = 5$$

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

$$T_{z.mp1} = 1600$$

$$T_{z.mp2} = 1600$$

$$T_{z.mp3} = 0$$

$$T_{z.czm1} = 230$$

$$T_{z.czm2} = 230$$

$$T_{z.czm3} = 0$$

$$A_{mp1} = (1590000 - 26880) / (10 \cdot 1600) = 97,7;$$

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

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

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

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

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

Витрати на погашення кредиту, грн./год.

(визначаються окремо для трактора і робочої машини )

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

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 )

$$z_o = \frac{(C_n - C_k)a}{T_p \cdot T_z} \quad (2.8)$$

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

$$z_{o.mp1} = ((1590000-26880)*0,01)/(10*1600)=0,977;$$

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

$$z_{o.c2m1} = ((250000-13428)*0,01)/(5*230)=2,057;$$

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

$$z_{o1} = 0,977+2,057=3,03;$$

$$z_{o2} = 1,188+4,078=5,27;$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$П = \frac{П_p}{T_3} \quad (2.9)$$

де:  $П_p$  – річний податок, грн.

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

$$П_{pm1} = 240 \quad П_{pm2} = 400$$

$$П_{pcz1} = 0 \quad П_{pcz2} = 0$$

$$П_{mp1} = 240/1600=0,15;$$

$$П_{mp2} = 400/1600=0,25;$$

$$П_{czm1} = 0/230=0;$$

$$П_{czm2} = 0/230=0;$$

$$П_1 = 0,15+0=0,15;$$

$$П_2 = 0,25+0=0,25;$$

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

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

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

Ставка механізатора:

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.:

$$В_n = (1,1...1,15) Ц_n \cdot g_{za} \gamma_n \cdot W_{z,3m}, \quad (2.11)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$B_{mo.c2m1} = ((250000 - 13428) \cdot 0,16) / (2 \cdot 5 \cdot 230) = 16,5;$$

$$B_{mo.c2m2} = ((495000 - 25980) \cdot 0,16) / (2 \cdot 5 \cdot 230) = 32,6;$$

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

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

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

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

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

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	$W_{г.з.м}$ , га/год	$g_{га}$ , кг/га	$E_n$ , МДж/га	$C_{mз}$ , 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.

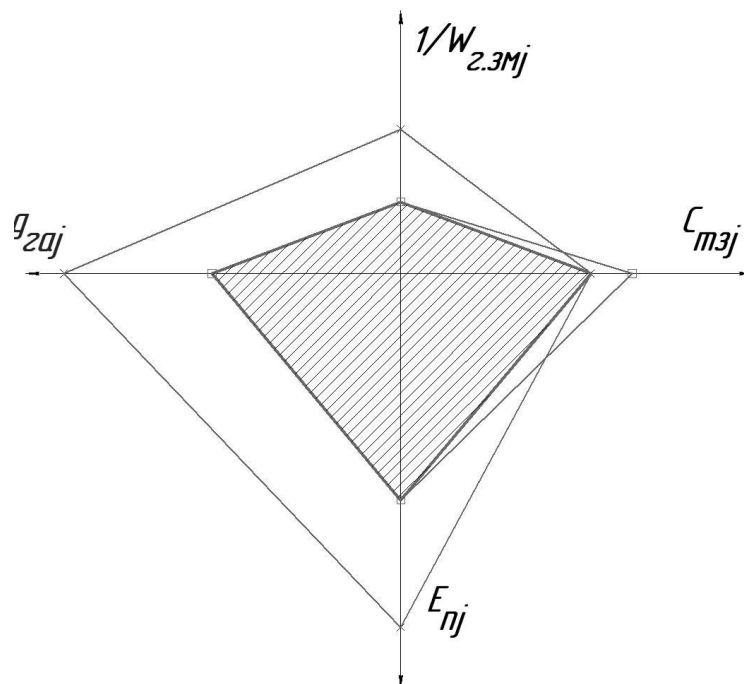


Рис. 2.1. Графічний метод Паретто.

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

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

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

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



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.

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

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

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту  $P_0$  по формулі

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

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 "культивуація"

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:

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

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

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

призначенням машини;

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

$$N_{e.n.}, \text{кВт} = 121 \text{ .}$$

- 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 лушчильника.

Марка	Вага $G_m$ , кН	Ширина захвату $B_m$ , м	Інтервал швидкостей $V_{tim}$ , 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, лушення, 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:

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

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

на 3 передачі,  
 $V_p = 7,58$  (рух на підйом) і  
на 3 передачі,  
 $V_p = 7,58$  (рух на спуск),

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 визначасмо для двох режимів роботи агрегату: лушення, повороти.

Фактичну потужність двигуна в процесі культивуації 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:

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

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:  $a_e = 0,6$

$$l_a = l_{mp} + l_m + l_{д.м} \quad (2.2.13)$$

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.].

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

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

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

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

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

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

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

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

$n_\phi$  - 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.

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

$$L_p = 953,92;$$

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

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

Раціональна 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.

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

(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 загінки меншою 50 м не приймають.

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

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

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

- при лущенні обертвовим способом:

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

- при лущенні 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 ( $T_{обс}=0,05... 0,13$ ), год;

$$T_{обс} = 0,08$$

Час, затрачений на зупинки для технологічного обслуговування, год:

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

$$T_{зуп} = 0,08+0,336=0,42;$$

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

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:

$$g_{za} = \frac{G_{Tp} T_p + G_{Tx} T_{нов} + G_{Tзун} T_{зун}}{T_{зм} W_{зм}}, \quad (2.2.28)$$

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

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

$T_p$ ,  $T_{нов}$ ,  $T_{зун}$ ,  $T_{пер}$  – 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:

$W_{\text{зм}}$ , Га	$g_{\text{га}}$ , Га	$Z_{\text{н.га}}$ , 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.**

Після осінньої оранки з приходом весни на полях спостерігається наступна ситуація: глибокі борозни по краях загінок, висота гребеніві западин більша ніж агротехнічні вимоги, через проведення оранки при високій вологості поверхня поля вкрита великою кількістю здорових грудок та брил. Перерахування вища дуже негативно впливають на посів усіх агрокультур в тому числі й кукурудзи на зерно. Вона висівається широкорядним пунктирним способом і через великі нерівності (глибокі борозни) сівалка буде залишати за собою не загорнуте в ґрунт насіння. А коли на полі велика кількість грудок – висівні органічні сівалки будуть забиватися, залишатимуться огріхи, а також зростатиме галоупування.

Конструктивне вдосконалення культиваторної стійки машини для передпосівного обробітку ґрунту, яке ми пропонуємо, має на меті краще вирівнювання поверхні полів, формувати однорідну структуру ґрунтових агрегатів та нищити бур'яни.

#### **3.2. Будова і робота пристрою.**

Машини, такі як польові культиватори, мають велике різноманіття типів робочих органів, що розпушують ґрунт і утворюють борозни та гребені на його поверхні. При культивуванні поля може виникати між його робочими органами забивання простору великою кількістю грудок, рослинних залишків і зеленою масою бур'янів. Кількість і розмір ґрунтових грудок та об'єм рослинної маси залежать від конкретних ґрунтових умов, в т.ч. ґрунтового типу, вологості та щільності шарів ґрунту.

Ми пропонуємо встановлювати пружинні зуби на пружні S-подібні стійки культиватора. Такі органи додатково розбиватимуть потік грудок ґрунту, який рухається від поверхні стрілочатих лап, краще вирівнюватимуть поверхню та нищитимуть бур'яни.

Пружні зуби, мають нахил до поверхні ґрунту, здійснюють коливальні та вібраційні рухи, що полегшує розбиття грудок ґрунту. Така комбінована

дія забезпечує ударні зусилля зубів, які передаються в твердий ґрунт і краще руйнують його.

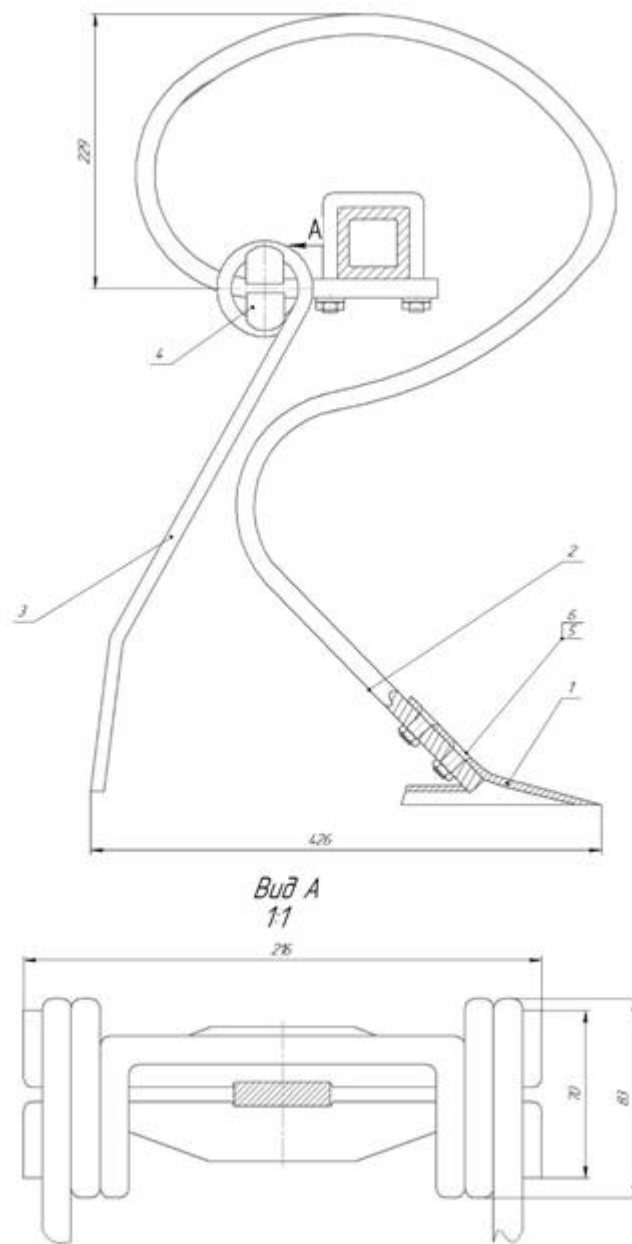


Рис. 3.1. Загальний вигляд удосконаленої стійки.

Конструкція має і вузол кріплення, що являє собою пару затискних елементів, закріплених напружніми стійкими гайками та болтами. Затискні елементи мають по два кінці, забезпечені пазами для встановлення туди спіральних пружинних зубів. Поперечна планка з'єднує витки пружинного зуба і зачіпає стійку для запобігання кутовому переміщенню.

Затискний механізм є універсальним у використанні, тобто може встановлюватися на різних видах стійок культиваторів.

Така комбінація робочих органів ефективна для розпушення ґрунту, що рухається від лап культиватора і добре вирівнює його поверхню. Зуби, при цьому, висмикують з ґрунту кореневі системи і стебла рослин.

### 3.3. Інженерні розрахунки.

#### Розрахунок болтів на зрізання

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

$$R_l = K_{\text{нит}} \cdot b_l \quad (3.1)$$

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

$b_l$  – ширина захвату плоскоріжучої лапи, м.

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

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

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

$$l_2 = 540 \text{ мм}, R_2 = 3,22 \text{ кН}.$$

Проводимо розрахунки:

Запишемо рівняння моментів сил відносно т. В.

$$\sum M = 0$$

$$\sum P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot l_2 - 2R_A \cdot Q \quad (3.2)$$

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

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

$$R_A = \frac{900 \cdot 10 + 3,22 \cdot 540}{2 \cdot 100} = 53,7 \text{ кН}$$

Допустима площа поперечного перерізу болта:

$$F = \left[ \frac{R_A}{\tau_{\text{сп}}} \right] \quad (3.4)$$

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

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

Звідси отримуємо діаметр болтів:

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

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

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

#### 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Для порівняння існуючої технології вирощування кукурудзи і покращеної нами, виконаємо розрахунки економічних показників за методикою наведеною в методичних рекомендаціях [22].

Таблиця 4.1

Розрахункові дані ефективності виробництва кукурудзи

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

продовження таблиці 4.1

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

Таблиця 4.2

Розрахункові дані ефективності виробництва кукурудзи

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

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

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

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

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

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

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

10. Гайденко О. Правильний обробіток ґрунту — запорука високих урожаїв [Електронний ресурс] / О. Гайденко // Агробізнес Сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9224-pravylnyi-obrobitok-gruntu-zaporuka-vysokyh-urozhaiv.html>.
11. Як досягти раціонального обробітку ґрунту під озимину: поради науковців [Електронний ресурс] // GrowHow.in.ua. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.growhow.in.ua/yak-dosyagty-ratsionalnogo-obrobitku-gruntu-pid-ozymynu-porady-naukovtsiv/>.
12. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004. – [Чинний від 2006–01–01]. – К.: Держаспоживстандарт України, 2005. – 36 с.
13. Janulevičius, A., Šarauskis, E., 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., 2019. 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., 2020. 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–

20. McLaughlin, N.B., Campbell, A.J., 2021. Draft-speed-depth relationships for four liquid manure injectors in a fine sandy loam soil. *Canad. Biosyst. Eng.* 46, 2.1–2.5.

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

