

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Підвищення ефективності механізованого обробітку ґрунту шляхом
вдосконалення конструкції агрегату роторного АПО-4,2
з розробкою технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно за
енергозберігаючою технологією**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІз-1-21 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Іван НЕМИРОВСЬКИЙ

Керівник: _____ Дмитро МАКАРЕНКО

Рецензент: _____

Дніпро – 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра ЕМТП

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«___» _____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Іван НЕМИРОВСЬКИЙ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності механізованого обробітку ґрунту шляхом вдосконалення конструкції агрегату роторного АПО-4,2 з розробкою технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно за енергозберігаючою технологією

Керівник роботи Дмитро Олександрович Макаренко, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«___» _____ 2026 року №

2. Строк подання студентом роботи 19.05.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів обробітку ґрунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити).

Аналіз виробничої діяльності господарства. Проектування комплексної механізації виробництва кукурудзи на зерно. Конструкторська розробка. Пристрій для передпосівного обробітку ґрунту. Охорона праці при виробництві кукурудзи на зерно. Техніко-економічна оцінка дипломного проекту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Огляд конструкцій машин. 2. Агрегат роторний. 3. Муфта. 4. Опора 5. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Макаренко Д.О., доцент		
2	Макаренко Д.О., доцент		
3	Макаренко Д.О., доцент		
4	Макаренко Д.О., доцент		
5	Макаренко Д.О., доцент		
6	Макаренко Д.О., доцент		

Дата видачі завдання: 19.02.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 20.03.2026 р.	Виконав
2	Технологічний	до 03.04.2026 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 28.04.2026 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 12.05.2026 р.	Виконав
5	Економічний	до 20.05.2026 р.	Виконав
6	Демонстраційна частина	до 24.05.2026 р.	Виконав

Студент _____ **Немировський І.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Макаренко Д.О.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Немировський І. Підвищення ефективності механізованого обробітку ґрунту шляхом вдосконалення конструкції агрегату роторного АПО-4,2 з розробкою технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно за енергозберігаючою технологією/Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2026.

Ключові слова кукурудза на зерно, машинний агрегат, безпека праці, травма, ефективність, рентабельність.

В даному дипломному проекті розроблено перспективний механізований процес вирощування та збирання кукурудзи на зерно для господарства за інтенсивною технологією.

Запропоновано конструкторську розробку пристрою для обробітку ґрунту, яка дає можливість зменшити затрати праці на 0,4 год/т.

Розроблено заходи по поліпшенню безпеки і охорони природи при виробництві кукурудзи на зерно. Очікуваний рівень економічної ефективності від впровадження додаткової механізованої операції на обробіток ґрунту в процесі виробництва та збирання кукурудзи на зерно в господарстві складе 345280,0 грн.

Зміст

Реферат.....	4
Вступ.....	6
1.Аналіз виробничої діяльності господарства.....	8
1.1.Загальні відомості про с.-г. підприємство.....	8
1.2.Аналіз виробництва кукурудзи на зерно в господарстві.....	16
1.3.Передовий досвід виробництва кукурудзи на зерно.....	18
1.4.Висновки. Мета та задачі дипломного проекту.....	19
2.Проектування комплексної механізації виробництва кукурудзи на зерно.....	20
2.1.Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно.....	20
2.2.Програмування врожайності кукурудзи на зерно.....	23
2.3.Складання технологічної карти на виробництво кукурудзи на зерно по інтенсивній технології.....	29
2.4.Розрахунок потреби техніки, в робочій силі, технологічних матеріалів.....	35
3.Конструкторська розробка. Пристрій для передпосівного обробітку ґрунту.....	38
3.1.Необхідність застосування пристрою.....	38
3.2.Будова і робота пристрою.....	39
3.3.Інженерні розрахунки.....	40
3.4.Техніко-економічна оцінка пристрою.....	52
4.Охорона праці при виробництві кукурудзи на зерно.....	56
4.1.Шкідливі та небезпечні фактори при виробництві кукурудзи на зерно.....	56
4.2.Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	57
4.3.Проект заходів по охороні праці.....	58

4.4.Розрахунок потреби засобів захисту та спецодягу при виробництві кукурудзи на зерно.....	69
4.5.Конструкторська розробка по техніці безпеки.....	70
5.Техніко-економічна оцінка дипломного проекту.....	72
5.1.Розрахунок економічних показників виробництва на зерно.....	72
5.2.Економічна ефективність від комплексної механізації виробництва кукурудзи на зерно.....	75
Висновки та пропозиції.....	79
Література.....	80
Додатки.....	85

Вступ

Протягом останніх двох років ситуація в аграрному секторі суттєво ускладнилася порівняно з попереднім періодом. Однією з основних причин цього стало порушення економічної рівноваги між галузями, що забезпечують сільське господарство технікою, обладнанням і матеріальними ресурсами, та сільськогосподарськими виробниками, які постачають продукцію на споживчий ринок. Значною мірою були порушені логістичні та виробничі зв'язки щодо забезпечення аграрних підприємств сільськогосподарською технікою, мінеральними добривами, засобами захисту рослин і насіннєвим матеріалом. Одночасно спостерігалось істотне зростання вартості зазначених ресурсів.

Негативний вплив на розвиток аграрного виробництва також справляє цінова політика щодо сільськогосподарської продукції та податкове навантаження на підприємства галузі, що не створюють належних умов для підвищення ефективності їхньої діяльності та економічного зростання.

Унаслідок стрімкого подорожчання сільськогосподарської техніки, технологічного обладнання, паливно-мастильних матеріалів та інших виробничих ресурсів колективні господарства дедалі частіше змушені залучати кредитні кошти для підтримання своєї діяльності.

За умов економічної нестабільності та високого рівня ризиків першочерговим завданням аграрних підприємств залишається збереження існуючих обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, навіть на мінімально допустимому рівні, що дозволяє забезпечувати функціонування господарств у сучасних умовах.

1 Аналіз виробничої діяльності господарства.

1.1 Загальні відомості про с.-г. підприємство

Господарство (ТОВ «Стрепченко») містить на своїх землях чотири населених пункти. Знаходиться господарство за 22 км. від районного центру та за 64 км. від обласного центру – м.Полтава. Приблизно за 28 км. від господарства проходить залізниця.

В господарстві є станція телефонного зв'язку. Основний напрямок виробничої діяльності зерновий з розвиненим тваринництвом. Наведемо структуру посівних площ та сільськогосподарських угідь в таблиці 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1

Структура земельних угідь

Показники угідь	Площа, га	Відсоток, %
Загальна земельна площа	2406	100
Втому числі: рілля	2330	91
Сінокоси	173	7
Пасовища	30	1
Водойми	30	1

Таблиця 1.2

Структура посівних площ

Сільськогосподарська культура	Площа, га	Відсоток, %
Жито	35	1,5
Ярі зернові (овес, ячмінь, яра пшениця)	516	22,2
Соняшник	300	12,8
Кукурудза	540	23,2
Соя	325	14
Кормовий буряк	20	0,85
Кормові культури (суданка)	20	0,85
Багаторічні трави	411	17,7
Пар	103	6,9
Всього	2330	100

Відповідно до агрокліматичного районування територія ТОВ «Стрепченко» розташована в південній частині середньозволоженої агрокліматичної зони. Для даного району характерний помірно континентальний тип клімату, якому властиві відносно холодні зимові періоди та спекотне посушливе літо.

За багаторічними спостереженнями місцевої метеостанції середньорічна температура повітря становить $+6,8^{\circ}\text{C}$. Найвища зафіксована температура досягала $+38^{\circ}\text{C}$, тоді як абсолютний мінімум становив -34°C . Річна амплітуда середньомісячних температур сягає 27°C , а різниця між абсолютними максимальними та мінімальними значеннями становить 52°C , що свідчить про виражену континентальність клімату.

Тривалість періоду із середньодобовою температурою понад $+5^{\circ}\text{C}$ становить близько 200 днів на рік, понад $+10^{\circ}\text{C}$ — 165 днів, а понад $+15^{\circ}\text{C}$ — приблизно 120 днів. Сума активних температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ досягає 2000 $^{\circ}\text{C}$, що забезпечує сприятливі умови для росту та повного досягання більшості сільськогосподарських культур.

Середня тривалість безморозного періоду складає близько 170 днів, а мінімальна кількість днів без приморозків становить 133. У середньому останні весняні приморозки спостерігаються наприкінці квітня, тоді як перші осінні відмічаються наприкінці вересня.

Річна кількість атмосферних опадів за багаторічними даними становить у середньому 510 мм. Узимку формується сніговий покрив висотою 15–18 см. Максимальна тривалість його залягання досягає 107 днів, середня висота становить близько 18 см, а найбільша зафіксована — до 60 см. За умов значних температурних коливань у зимовий період можливе утворення льодової кірки на поверхні ґрунту, що негативно впливає на стан озимих культур і багаторічних трав.

Середня глибина промерзання ґрунту коливається в межах 65–70 см. Відтавання ґрунту зазвичай розпочинається у березні та завершується на початку квітня. У літній період відносна вологість повітря перебуває в межах 48–55 %.

За вегетаційний період кукурудзи (травень–вересень) випадає в середньому 233,7 мм опадів, тоді як за період активної вегетації озимих культур (квітень–червень) їх кількість становить близько 167 мм.

Загалом природно-кліматичні умови даної території є сприятливими для вирощування більшості районованих сільськогосподарських культур та забезпечують можливість отримання стабільних урожаїв за умови дотримання відповідних агротехнологій.

Наведемо показники господарської діяльності за останні три роки урожайності по культурам та занесемо їх до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Урожайність с.-г. культур

Культура	Урожайність по рокам, т/га				
	2022	2023	2024	2025	2026
Озима пшениця	4,80	2,80	4,69	3,6	4,2
Горох	0,85	2,54	1,21	—	—
Кукурудза	2,9	4,0	3,0	2,7	3,8
Цукровий буряк	9,98	5,72	12,74	—	—
Соняшник	1,85	1,99	1,69	1,7	2,2
Ярий ячмінь	2,19	1,50	1,70	2,9	3,2

Найбільш поширені ґрунти на території господарства чорноземи середньо гумусні, які відносяться до XIII агро виробничої групи. Характеризують ці ґрунти глибоким профілем складу гумусу, (4,4-6%) – має запаси гумусу, товщина сягає більше 1м. Реакція земельного розчину

нейтральна. Ці ґрунти високопродуктивні і здатні до вирощування багатьох культур. Рельєф за невеликим виключенням майже рівний на всій території господарства з деяким виключенням у вигляді блюдець і балок. Рівень ґрунтових вод на основних масивах 5-7м.

Низька врожайність пояснюється тим, що на поля не вносяться органічні добрива, а також знижені норми внесення мінеральних добрив. Обґрунтуємо МТП господарства. Визначимо, які марки тракторів, комбайнів і інших с/г машин знаходяться в господарстві.

Результати внесемо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Кількісний і якісний склад МТП.

Назва машин	Марка	Кількість
	ЮМЗ-6	4
	Т-150К	4
	МТЗ-80	7
	МТЗ-82	1
	ДОН-1500	3
Бурякозбиральний	РКС-6	2
	КПШ-2,4	1
Сівалки кукурудзяні	СУПН-8	2
Сівалки зернові	СЗС-2,1	1
	СЗП-3,6	1
	СЗП-3,6А	1
Сівалка-культиватор	КА-3,6	1
Сівалка овочева	СО-4,2	1
Сівалка бурячна	ССТ-12	2
Навантажувач сівалок	АС-2-УМ	2
Завантаж. Сівалок	ЗАУЗ	1
Картоплесаджалка	КСМ-4	1
Жатки:		
Приставка кукурудзяна	ППК-4	1

	КНФ-6	1
Рядкові	ЖРБ-4,2	1
	ЖВП-6	1
до КСК-100	ЖТН-4,2	1
	(кукурузна) силосна	1
	Платформа-підборщик	1
Косарки:		
Косарка-подрібнювач	КІР-1,5	1
Косарка-плющилка	КПС-5Р	2
Косарки	КРН-2,1	1
Різні с- г. машини:		
Зернонавантажувач	ЗПС-100	1
Навантажувач стогосклад	ПФ-0,5	1
Гичкозбиральні маш.	БН-6	2
Бурякопогрузчик	СПС-4,2	1
Ворохоочистки	ОВС-2,5	2
Протруювач	ПС-10А	1
Пристос. (соняшн.)	СПЗП	1
Розкидачі та обприскувачі:		
Розкидачі органіки	ПРТ-10	2
	ГМГ-4	1
Обприскувач	ОП-2000	1
	ПЛН-4-35	1
	ПЛН-4-42	2
	ПЛН-3-35	4
Культиватор	КТС-10,0	1
Плоскорізи	ІСМК-5,4	2
	КРН-5,6	2
	КФК-2,8	1
Культиватор-плоскоріз	КПШ-11	1
	ОПТ-3,5	1
Плоскорізи глибокорозпушувачі	ПГ-3,5	1
	АКП-5	1
Глибокорозпушувач	ПКТ-5	1
Борони, котки і т.д.	БДТ-7	1
	БДВ-6	1
	БДТ-11	1
Шлейф-борони	ШБ-2,5	1
Борони-гольчасті	БП-3А	1
Середні-зубчасті	БЗСС-1,0	40

	БЗСС-1,0	2,8
	ЗБПС-0,6	1,5
Борони пальцеві	ЗОР-0,7	3,6
Котки клічато-зубчасті	ЗККШ-6	1
	ЗКВГ-1,4	1
	КЗК-10	1
Зчіпки	СП-16	1
	СІ 1-У	1
	ІС-11-У	1
Вантажні автомобілі	САЗ-3503	2
	ГАЗ-53Б	2
	ГАЗ-5239011	5
Причепи тракторні	2(ПТС) УАН 45 м.кв.	1
	1 ПТС-9	1
	ПСЕ-12,5 Б	3
	КТУ-10	

Аналізуючи таблицю 6 робимо висновок, що господарство в своєму складі нараховує 15 тракторів, 2 зернозбиральних комбайни, 1 – бурякозбиральний, та 1 - кормозбиральний та значний набір с/г техніки.

Приведемо основні показники технічної готовності і оснащеності МТП. Положимо їх в вигляді таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Технічна оснащеність МТП.

Показники	Роки		
	2024	2025	2026
Кількість тракторів: фізичних	32	30	30
умовних еталонних	33,52	29,48	29,48
Загальна вартість техніки, грн.	3458246	3408246	3408246
Енергоозброєність кВт/люд	4942	5108	5805
Енергозабезпеченість кВт/га	98,9	112,2	112,2
Обсяг механізованих робіт у.ет.га	61911,7	56219,8	45020
Відпрацьовано: днів	6675	6210	5650,5
Змін	7526	7982	8099
Річний виробіток у.ет.га/у.ет.тр.	1138,37	1234,25	989,3

Змінний виробіток: у.ет.га/у.ет.тр	2,78	2,59	2,33
Коефіцієнт змінності	1,02	1,28	1,09
Коефіцієнт використання	0,60	0,59	0,57
Витрата пального кг/у.ет.га	8,9	8,7	9Д
Кількість механізаторів	52	49	38
Валове виробництво продукції тис. грн.	1759,2	1567,8	1962
Щільність механізованих робіт ум.ет.га/га	18,5	6,06	6,8

Аналізуючи таблицю 5. можна сказати, що зменшується річний обсяг робіт. Це пояснюється тим, що не виконуються зазначені в технологічній карті плани.

Ефективність роботи МТП характеризується собівартістю механізованих робіт. Зведемо в таблицю 1.6 такі показники, як заробітна плата, амортизація, ремонт і ТО, паливо-мастильні матеріали та інші витрати.

Таблиця 1.6

Структура собівартості механізованих робіт.

Статті витрат	Витрати по роках грн./ц.ет.га		
	2024	2025	2026
Заробітна плата	2,80	3,20	2,98
Амортизація	2,00	2,35	2,13
Ремонт і ТО	1,12	1,10	1,03
Паливо-мастильні матеріали	1,68	2,00	1,86
Інші витрати	0,20	0,55	0,30
ВСЬОГО:	7,8	9,2	8,3

Проаналізувавши таблицю 1.6 робимо висновок, що протягом трьох років експлуатаційні витрати практично залишилися на одному рівні.

Основою матеріально-технічної бази ТО є пункти ТО МТП. Це місце для розміщення всієї с.-г. техніки, що використовується у тракторній бригаді, а також організаційний сектор для механізаторів.

Пункт ТО складається з таких ділянок основних: зовнішнього миття стаціонарного ТО та комплектування машин. В господарстві існує таке поєднання обслуговування та комплектування машин і ремонтів: ПТО,

ЦРМ. На ПТО усувають несправності і відходи, за допомогою АТО проводять ТО-1 і ТО-2, а ТО-3 і діагностування проводиться на ЦРМ. Машини зберігаються під навісом та відкритих майданчиках, при обов'язковому виконанні робіт по герметизації, консервації та демонтажу частин і деталей, що потребують зберігання на складі.

Всі періодичності ТО регламентуються операційними нормами. В господарстві планування проведення ТО проводиться по витраті палива по кожній марці трактора.

Як бачимо господарство має недостатню кількість тракторів на відповідні площі с/г угідь. Це пояснюється списанням багатьох застарілих тракторів і відсутності коштів для покупки нових. Дані про витрату ПММ приведені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Витрата палива.

Рік	Машини	Загальні витрати, кг			Гектарна витрати кг/га	
		Фактичн	По нормах	економ (+) перевитр.(-)	Планов.	Фактич.
2024	Трактори	350000	357000	-7000	7,8	8,9
	Комбайни	67000	66900	-100	26,5	27,2
	Автомобілі	24000	23850	+150	12,1	11,8
Всього:		441000	1260,5	-7050	-	-
2025	Трактори	291000	294000	-3000	8,3	8,7
	Комбайни	48000	47600	+400 -	26	27,7
	Автомобілі	19000	194000	400	12,3	11,9
Всього:		358000	361000	-3000	-	-
2026	Трактори	286000	291000	-5000	8,2	9,1
	Комбайни	50000	50300	+300 -	27	26,8
	Автомобілі	17000	17300	300	11,5	11,7
Всього:		353000	358,6	-5000	-	-

1.2 Аналіз виробництва кукурудзи на зерно в господарстві

Для визначення становища в господарстві з вирощуванням кукурудзи на зерно проаналізуємо дві польові сівозміни. Результати аналізу заносимо в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8

Характеристика сівозмін

Рік	Вид і номер поля	Культура	Площа, га	Довжина поля, м	Ширина поля, м	Рельєф, %	Вид ґрунту	Відстань до центральної садиби
2025	1к	Багаторічні трави	151	1000	1510	0	Чорнозем середньо гумусний типовий	0,5
	1	Соняшник	191	1000	1910	0		2
	2	Соняшник	114	786	820	1,5		1,9
	3	Соя	145	1024	1830	0,5		4
	4/1	Кукурудза	135	2058	590	0		3,6
	4/2	Пар	100	888	1242	1,5		1,5
	5/1	Жито	74	442	1034	0		4
	7	Озима пшениця	266	1600	1570	3		1,5
	6	Ячмінь	193	1089	2000	0		0,8
	8/1	Озима пшениця	88	1534	796	0,5		3
2026	1к	Багатор.трави	151	1000	1510	0		0,5
	1	Кукурудза	191	1000	1910	0		2
	2	Цукр. буряк	114	786	820	1,5		1,9
	3	Оз. Пшениця	145	1024	1830	0,5		4
	4/1	Оз. Пшениця	135	2058	590	0		3,6
	4/2	Кукурудза	100	888	1242	1,5		1,5
	5/1	Пар	74	442	1034	0		4
	7	Кукурудза	266	1600	1570	3		1,5
	6	Ячмінь	193	1089	2000	0		0,8
	8/1	Яра пшениця	88	1534	796	0,5		3

З таблиці 1.8 чітко видно, що в двох польових сівозмінах кукурудза на зерно займає не аби яке місце. По площі вирощування займає найбільше гектар посівів. Попередниками для кукурудзи використовуються озима пшениця, ячмінь, а також кукурудза по кукурудзі.

Проаналізуємо економічну сторону вирощування цієї культури в господарстві і занесемо, показники до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9

Виробництво кукурудзи в господарстві за останні 5 років.

Показники	По роках				
	2022	2023	2024	2025	2026
Площа посіву, га	290	300	450	590	440
Урожайність, т/га	2,9	4,0	3,0	2,7	3,8
Валове виробництво, т	841	1200	1350	1593	1672
Товарність зерна, грн/т	45	50	40	45	65
Собівартість виробництва, грн./т	280,6	272,22	288	284,6	285,1
Рентабельність, %	110,3	108,6	107	117	106,5
Прибуток, грн.	74,6	78,35	94,16	98,9	91,2
Затрати праці, год/га	14,6	18	12	15	16,7
Затрати праці, год/т	4,9	4,5	4	5,2	6,5

З таблиці 1.9 випливає, що за п'ять останніх років площа вирощування кукурудзи на зерно збільшилася майже в два рази, а затрати праці в свою чергу змінюються постійно, але в загалі мають сталий вигляд. Це говорить проте, що при збільшенні площі вирощування збільшився і рівень механізації виробничих процесів. Аналіз виробництва кукурудзи на зерно в господарстві за останні 5 років приведений на аркуші 1 графічної частини.

Як бачимо з таблиці 1.9 рентабельність знизилась за останній рік в порівнянні з двома попередніми. Прибуток від вирощування кукурудзи в останній рік зменшився, а це говорить про стрімке зростання цін на якісний посадковий матеріал, мінеральні добрива, гербіциди і т. д.

1.3 Огляд та аналіз передового досвіду виробництва кукурудзи на зерно за рубежом та на Україні.

Проаналізувавши виробництво кукурудзи на зерно в господарстві, як приклад, наведемо також вирощування цієї культури по областях України та країнах близького та далекого зарубіжжя.

Як виявилось по Україні кукурудза на зерно, вирощується досить великими площами.

Таблиця 1.10

Показники вирощування кукурудзи на зерно по областях України.

Область	Площа, тис.га	Урожайність, т/га	Валовий збір тис.т.	Собівартість грн/т
Дніпропетровська	48,6	3,28	159,4	23,7
Кіровоградська	31,2	3,23	100,77	34,2
Миколаївська	23,6	2,69	63,48	32,5
Полтавська	35,8	4,08	146,1	25,4
Хмельницька	45,4	4,25	192,95	26,7
Черкаська	23,3	4,25	99,02	24,8
Херсонська	20,1	4,86	97,68	30,3
Одеська	30,6	5,06	154,83	32,4

Як стало відомо з літературних джерел [3,4] в країнах близького зарубіжжя вирощування кукурудзи на зерно ведеться не лише на власні потреби, а й на експорт.

У розвинутих країнах західної Європи та інших країн світу багаторічна урожайність становить в середньому 7,5 - 9,5 т/га. Детальніші дані приведені в таблиці 1.11. [1,2]

Таблиця 1.11

Виробництво кукурудзи на зерно в країнах світу за 2026 рік.

Країна	Площа, млн.га	Урожайність, т/га	Валовий збір млн.т	Собівартість грн/т
США	29,54	8,9	263,2	50,8
Канада	15,60	3,16	49,2	50,5
Франція	1,80	8,79	15,9	64,4
Німеччина	5,6	3,16	29,2	52,1
Австрія	3,4	2,69	9,2	60
Італія	1,1	9,33	10,3	61,8
Аргентина	2,97	4,95	14,7	48
ПАР	3,9	2,75	10,6	40

1.4 Висновки. Мета та задачі дипломного проекту.

На підставі проведеного аналізу виробничо-економічних показників діяльності господарства можна зробити висновок, що його сучасний стан потребує вдосконалення окремих напрямів організації виробництва. Зокрема, спостерігається підвищення собівартості виконання механізованих робіт, що негативно впливає на загальну ефективність господарювання. Крім того, відзначається скорочення обсягів механізованих робіт, виражених в умовних еталонних гектарах, виконаних протягом року.

Такі тенденції свідчать про недостатню економічну стійкість підприємства та необхідність реалізації комплексу заходів, спрямованих на покращення його діяльності. Для підвищення ефективності використання виробничих ресурсів доцільно вдосконалити систему технічного обслуговування та ремонту машин, забезпечити належні умови зберігання сільськогосподарської техніки, а також посилити контроль за витратами паливно-мастильних матеріалів.

Важливими напрямками подальшого розвитку є визначення раціонального складу машинно-тракторного парку, розроблення науково

обґрунтованих технологічних нормативів, складання графіків проведення технічного обслуговування і ремонтів, а також побудова інтегральних кривих витрат пального.

Метою даного проєкту є поглиблення теоретичних знань і практичних навичок щодо ефективного використання машинно-тракторного парку, освоєння методики проєктування комплексної механізації виробничих процесів та підвищення рівня організації технічної експлуатації сільськогосподарської техніки.

2.Проектування комплексної механізації виробництва кукурудзи на зерно

2.1.Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно.

Кукурудза (*Zea mays* L.) належить до однорічних однодомних рослин із роздільностатевими квітками та перехресним запиленням. Вона входить до родини злакових і підродини просоподібних. Як і всі зернові культури другої групи, кукурудза характеризується підвищеними вимогами до тепла.

Проростання насіння більшості сортів і гібридів розпочинається за температури ґрунту 8–10 °С, проте дружні та рівномірні сходи формуються лише при прогріванні його до 10–12 °С. За висіву в холодний і надмірно вологий ґрунт процес проростання сповільнюється, а насіння часто уражується патогенними мікроорганізмами, що призводить до зниження польової схожості. Сучасні селекційні досягнення дозволили створити форми кукурудзи, здатні проростати вже за температури 5–6 °С.

Молоді рослини можуть переносити короточасні весняні приморозки до –3 °С, а у фазі двох-трьох листків — до –5 °С. Весняні похолодання кукурудза переносить краще, ніж осінні заморозки, які можуть пошкоджувати зерно в качанах і суттєво погіршувати його посівні та товарні якості. Найбільш теплолюбними вважаються зубоподібні форми культури, тоді як кременисті характеризуються більшою холодостійкістю.

Оптимальні умови для росту та розвитку рослин складаються за середньодобової температури близько 25 °С. При зниженні температури до 14–15 °С ріст значно сповільнюється, а за 10 °С практично припиняється. До початку цвітіння культура досить добре переносить високі температури, однак у період викидання волотей та появи приймочок качанів спека понад 30–35 °С може порушувати процеси запилення та запліднення, що призводить до недорозвинення зерен у качанах. Граничною температурою для ростових процесів є 45–47 °С.

Для завершення повного циклу розвитку різні групи стиглості потребують неоднакової кількості тепла. Ранньостиглі гібриди потребують суми активних температур 1800–2000 °С, середньостиглі — 2300–2600 °С, а пізньостиглі — до 3000–3200 °С.

Щодо забезпечення вологою кукурудза займає проміжне положення між посухостійкими та вологолюбними культурами. На початкових етапах розвитку вона здатна певний час переносити нестачу вологи завдяки добре розвиненій кореневій системі, яка проникає в глибокі шари ґрунту та використовує запаси води з нижніх горизонтів. Крім того, культура характеризується відносно невисоким коефіцієнтом транспірації, який у середньому становить близько 246.

Потреба у воді різко зростає після формування 8–9 листків і досягає максимуму в період від викидання волоті до початку молочної стиглості зерна. Саме в цей час рослини споживають близько 70 % загальної кількості води. Навіть нетривала посуха під час цвітіння може спричинити істотне зниження врожайності. Особливо чутливою до нестачі вологи кукурудза є також у період наливання зерна. Для нормального розвитку вологість ґрунту повинна підтримуватися на рівні 75–80 % від найменшої вологоємності.

Надлишкове зволоження також негативно впливає на розвиток культури. За умов перезволоження погіршується аерація ґрунту, сповільнюється проростання насіння, пригнічується ріст кореневої системи та знижується ефективність засвоєння елементів живлення. Унаслідок цього рослини слабшають, жовтіють і формують нижчий урожай. Надмірна кількість опадів у період досягання сприяє поширенню грибних захворювань качанів і погіршує якість зерна.

Кукурудза може успішно вирощуватися на різних типах ґрунтів, проте найвищу продуктивність забезпечують родючі ґрунти з глибоким гумусовим горизонтом, доброю водоутримувальною здатністю та достатньою аерацією. Найсприятливішими є чорноземи, темно-сірі лісові та темно-каштанові ґрунти з реакцією ґрунтового розчину в межах рН 5,5–7,0.

Культура характеризується високою потребою в поживних речовинах. Для формування врожаю зерна на рівні 5–6 т/га вона використовує з ґрунту значні кількості азоту, фосфору та калію. Ефективність різних видів добрив залежить від типу ґрунту: на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах найбільший ефект забезпечують азотні добрива, на чорноземах — фосфорні, а на торфових та супіщаних ґрунтах — калійні.

Кукурудза належить до світлолюбних культур і потребує інтенсивного освітлення протягом усього періоду вегетації. Затінення посівів, особливо на ранніх етапах розвитку, викликає витягування рослин, пожовтіння листків і зниження їх продуктивності. Саме тому важливого значення набувають оптимальна густота стояння рослин та своєчасне знищення бур'янів.

За фотоперіодичною реакцією кукурудза є рослиною короткого дня. Скорочення тривалості освітлення прискорює проходження фаз розвитку, тоді як довгий світловий день подовжує вегетаційний період.

У процесі росту та розвитку кукурудза проходить такі основні фенологічні фази: проростання насіння, поява сходів, утворення третього листка, кущення, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, формування зерна та його дозрівання, яке включає молочну, воскову і повну стиглість.

2.2 Програмування врожайності кукурудзи на зерно.

Програмування врожайності є комплексним підходом до управління продукційним процесом сільськогосподарських культур, який передбачає попереднє визначення максимально можливого рівня врожаю з урахуванням факторів, що обмежують його формування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах регіону.

Основними етапами програмування врожаю є:

- визначення потенційної врожайності за провідним лімітуючим фактором природного середовища;
- розроблення комплексу агротехнічних та організаційно-господарських заходів, спрямованих на отримання запланованого рівня врожайності;
- оперативне коригування технологічних прийомів упродовж вегетаційного періоду залежно від фактичних погодних умов та стану розвитку рослин;
- здійснення систематичного контролю за умовами вирощування культури, аналіз отриманих результатів і накопичення інформації для уточнення нормативних показників та підвищення точності прогнозування врожаю в майбутньому.

У конкретних природно-кліматичних умовах величина потенційного врожаю може обмежуватися різними факторами. Найчастіше до них належать рівень забезпечення рослин фотосинтетично активною радіацією (ФАР), запаси продуктивної вологи в ґрунті, а також теплові ресурси території. Оцінювання теплового режиму здійснюється за допомогою гідротермічного показника (ГТП) або біокліматичного потенціалу (БКП), які характеризують ступінь забезпечення культури теплом протягом вегетаційного періоду.

Одним із найбільш поширених методів прогнозування є визначення потенційної врожайності за рівнем використання фотосинтетично активної радіації. Цей метод базується на оцінці кількості сонячної енергії, яка надходить до посівів і може бути використана рослинами для синтезу органічної речовини в процесі фотосинтезу. Потенційно можливий урожай за показником ФАР розраховують за відповідними методиками з урахуванням приходу сонячної енергії та коефіцієнта її використання рослинами.

$$Y_c = \frac{Q \times k_Q}{100q} \quad (2.1)$$

де Y_c – урожайність абсолютно сухої біомаси, т/га;

Q – кількість ФАР за період вегетації, кДж/га;

q – питома кількість енергії, що акумулюється одиницею сухої органічної речовини (приймають $c = 2 \cdot 10^6$ кДж/т) [7];

K_Q – коефіцієнт використання (засвоєння) ФАР посівом, %;

$$Y_c = \frac{13.5 \times 10^9 \times 2.5}{100 \times 2 \times 10^6} = 16.8 \text{ т / га}$$

Для переходу від урожаю абсолютно сухої біомаси до урожаю зерна, або любого другого виду продукції рослинництва використовують співвідношення.

$$Y_3 = \frac{Q \cdot k_Q \cdot 100}{100 \cdot q \cdot (100 - \omega) \cdot \alpha} \quad (2.2)$$

де Y_3 – урожайність зерна, або другої продукції при стандартній вологості, т/га;

ω – стандартна вологість основної продукції, %;

α – сума відносних частин основної та побічної продукції в загальному урожаї сухої біомаси.

$$Y_3 = \frac{13.5 \cdot 10^9 \cdot 2.5 \cdot 100}{100 \cdot (100 - 18) \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 25} = 7.8 \text{ т / га}$$

Розрахунок потенційного урожаю по вологозабезпеченості.

Потенційний урожай по вологозабезпеченості визначають наступним чином:

$$Y_c = \frac{10000 \cdot (W + P)}{k_w \cdot \alpha \cdot (100 - B)} \quad (2.3)$$

де Y_c – урожайність абсолютно сухої маси, т/га;

α – сума відношення основної і побічної продукції;

W – ресурси продуктивної вологи, мм;

P – сума опадів за період вегетації, мм;

B – стандартна вологість основної продукції, %;

K_W – коефіцієнт (питомий показник) водоспоживання, мм·га/т\$

$$y_c = \frac{10000 \cdot (230 + 228)}{480 \cdot 3 \cdot (100 - 18)} = 4.62 \text{ m / га}$$

Розрахунок потенційного урожаю по тепловим ресурсам.

Визначення потенційного врожаю при обмеженій теплозабезпеченості проводять по гідротермічному показнику (ГТП), або по значенню біокліматичного потенціалу (БКП), які враховують у вологозабезпеченості.

Існує визначена залежність між приходом фотосинтечно активної радіації, фактичними ресурсами вологи і ресурсами енергії, що витрачаються на випаровування.

Виходячи з цього було встановлено наступні вирази для визначення гідротермічного показника в балах:

$$ГТП = 0,5 \cdot k_{увл} \cdot h \quad (2.4)$$

де $K_{увл}$ – коефіцієнт зволоження, бали;

h – число декад активної вегетації сільськогосподарської культури.

$$ГТП = 0,5 \cdot 0,57 \cdot 8,5 = 2,4$$

Значення $K_{увл}$ залежить від співвідношення фактичних ресурсів вологи W і ресурсів енергії, що витрачається на випаровування. По сумі $K_{увл}$ являє собою відношення максимальної продуктивності в умовах достатнього зволоження до продуктивності при даній наявності вологи. Розраховують $K_{увл}$ за виразом:

$$k_{увл} = 0,25 \frac{W}{R} \quad (2.5)$$

де R – сума раціонального балансу за період вегетації, кДж/см;

0,25 – коефіцієнт, що враховує питому теплоту випаровування, кДж/см².

$$k_{y_{\text{вг}}} = 0.25 \frac{230}{100} = 0.57$$

Потенційну урожайність сухої біологічної маси по ГТП рекомендується визначати за виразом:

$$Y_c = 2,2 \cdot ГТП - 1 \quad (2.6)$$

$$Y_c = 2,2 \cdot 2,4 - 1 = 4,28 \text{ т / га}$$

Розрахунок потенційного урожаю по тепловим ресурсам може бути визначено виходячи із значення біокліматичного потенціалу продуктивності землі (БКП), що визначається за виразом:

$$БКП = k_{y_{\text{вг}}} \frac{\sum \tau_{>10^\circ}}{1000} \quad (2.7)$$

де $\sum \tau_{>10^\circ}$ – сума середньодобових активних температур повітря за вегетаційний період, що перевищують +10 °C, °C;

1000 – сума температур вище +10 °C, °C [7];

$$БКП = 0.57 \frac{2700}{1000} = 1.54$$

Урожайність с/г культур по БКП визначаємо з виразу:

$$Y_c = \frac{k_{\Pi}}{k_{y_{\text{вг}}}} 10 \cdot БКП = 0,01 \cdot k_{\Pi} \cdot \sum \tau_{>10^\circ} \quad (2.8)$$

де K_{Π} – показник (коефіцієнт) продуктивності культури (урожай на 100С сума температур по емпіричним даним), т/га.

$$Y_c = \frac{0.15}{0.57} 10 \cdot 1.54 = 4.05 \text{ т / га}$$

Всі вищеописані методи визначення продуктивності, теоретично відображають суть програмування урожаю. З розрахунків видно, що най

вірогіднішою урожайністю даної с/г культури, а саме кукурудзи, приблизно буде рівною $Y = 4 \text{ т/га}$.

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення мінеральних добрив по виносу поживних речовин, а саме азоту (N), фосфору (P), калію (K), здійснюється за формулою:

$$D_M = \frac{(100 \cdot B - \Pi \cdot K_{\Pi} - D_0 \cdot C_0 \cdot K_0)}{K_M \cdot C_M} \quad (2.9)$$

де B – внесення доз, або винесення елементів мінерального живлення з прогнаним урожаєм, кг/га;

$$B_M = Y_0 \cdot C_0 + Y_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \quad (2.10)$$

Π – вміст доступних поживних речовин в ґрунті, кг/га;

K_{Π} – коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту, %;

D_0 – кількість внесених органічних добрив, т/га;

C_M, C_0 – вміст в мінеральних і органічних добривах, поживних речовин, кг/га;

C_0, C_{Π} – винесення поживних речовин основною та побічною продукцією, кг/т [8];

K_0, K_M – коефіцієнт використання поживних речовин в органічних та мінеральних добривах, % [8];

Y_0, Y_{Π} - урожайність відповідно основної і побічної продукції, т/га;

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення азоту (N):

$$B_N = 4 \cdot 40.7 + 10 \cdot 4.6 = 168.8 \text{ кг / га}$$

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення фосфору (P):

$$B_P = 4 \cdot 11.6 + 10 \cdot 2 = 66.4 \text{ кг / га}$$

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення калію (K):

$$B_K = 4 \cdot 24.4 + 10 \cdot 3.4 = 131.6 \text{ кг / га}$$

Необхідна кількість доз внесення мінеральних добрив буде наступною, з перерахунку на такі сучасні добрива як (аміачна селітра, подвійний суперфосфат та калійні солі змішані).

Розрахуємо необхідну кількість внесення аміачної селітри:

$$D_N = \frac{(100 \cdot 168,8 - 320 \cdot 0,26 - 40 \cdot 0,49 \cdot 0,35)}{71 \cdot 34} = 6,95 \text{ m / га}$$

Розрахуємо необхідну кількість внесення подвійного суперфосфату:

$$D_P = \frac{(100 \cdot 66,4 - 450 \cdot 0,09 - 40 \cdot 0,27 \cdot 0,28)}{27 \cdot 45} = 5,43 \text{ m / га}$$

Розрахуємо необхідну кількість внесення калійних солей змішаних:

$$D_P = \frac{(100 \cdot 131,6 - 375 \cdot 0,23 - 40 \cdot 0,39 \cdot 0,35)}{57 \cdot 38} = 6,03 \text{ m / га}$$

2.3 Складання технологічної карти на виробництво кукурудзи на зерно по інтенсивній технології

Вихідною базою для виконання дипломного проєкту є дані щодо структури посівних площ сільськогосподарських культур, складу машинно-тракторного парку, застосовуваних технологій вирощування культур, а також відомості про технічний стан наявних машин і обладнання.

Технологічні карти розробляються окремо для кожної культури з урахуванням повної площі її вирощування в господарстві. Розміри посівних площ приймаються відповідно до вихідних даних, передбачених завданням на проєктування.

Планову врожайність визначають на основі перспективних показників розвитку господарства з урахуванням впровадження сучасних технологій вирощування та збирання врожаю. Норми внесення органічних, мінеральних і рідких добрив встановлюються відповідно до запланованого рівня врожайності та фактичної забезпеченості ґрунту поживними елементами. При

цьому враховуються особливості застосування добрив під основний обробіток ґрунту, під час сівби та в період догляду за посівами.

Норми висіву насіння приймаються згідно з рекомендованими значеннями для природно-кліматичних умов Лісостепової зони України. Відстані транспортування насіння, добрив, а також основної та побічної продукції визначаються на підставі плану землекористування конкретного господарства.

До переліку технологічних операцій включаються всі види робіт, необхідні для отримання кінцевої продукції. Окрім основних агротехнічних заходів, у технологічній карті передбачаються транспортні, навантажувально-розвантажувальні операції та роботи попереднього виробничого циклу. Їх виконання розпочинається після збирання попередника і завершується одержанням та заготівлею основної і побічної продукції.

У графі, що містить агротехнічні вимоги, зазначаються основні параметри виконання робіт: глибина обробітку ґрунту, норми внесення добрив і засобів захисту рослин, а також інші технологічні показники.

Обсяг робіт визначається залежно від характеру технологічної операції. Для польових робіт він встановлюється за площею посівів та кількістю проходів агрегатів, для транспортних і вантажно-розвантажувальних операцій — за обсягом перевезених вантажів, валовим збором продукції та відстанню її транспортування: [9]

$$Q_{\Pi} = k \cdot F \quad (2.11)$$

$$Q_H = q \cdot F \quad (2.12)$$

$$Q_T = Q_H \cdot S \quad (2.13)$$

де Q_{Π} , Q_H , Q_T — відповідно обсяг польових робіт в га, навантажувальних робіт в т, транспортних робіт в т. км;

k – кратність обробітку ($k = 1, 2, 3$);

F – посівна площа, га;

q – норма висіву (внесення добрив);

S – відстань перевезень, в км.

$$Q_{II} = 2 \cdot 540 = 1080 \text{ га}$$

Календарні агротехнічні строки виконання с/г робіт (графа 5) проставляються у відповідності з типовими картами для зони розміщення відповідного господарства.

Кількість робочих днів (графа 6) за агротехнічний строк визначаються по формулі:

$$D_p = D_k \cdot \alpha \quad (2.14)$$

де D_p , D_k – відповідно, кількість робочих і календарних днів за агротехнічний строк;

α – коефіцієнт використання календарного часу.

В графі 7 вказується тривалість робочого дня в годинах. Доцільно планувати роботу агрегатів на протязі світлового дня.

Кількість змін за робочий день (графа 8) підраховується по формулі:

$$K_{zm} = \frac{T_d}{T_{zm}} \quad (2.15)$$

де K_{zm} – коефіцієнт змінності;

T_d – тривалість робочого дня, год;

T_{zm} – тривалість зміни, год.

$$K_{zm} = \frac{14}{7} = 2$$

$T_{zm} = 7$ год, $T = 6$ год - при виконанні робіт, шкідливих для здоров'я. В графах 9, 10, 11 і 12 заносяться марки машин, які входять в агрегат і їх кількість. При цьому необхідно використовувати парк машин, що рекомендовано

для даної зони системою машин, які мають найвищу продуктивність, найменшу норму витрат палива і найменші прямі експлуатаційні витрати.

Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих машинний агрегат визначається з технічних характеристик і заноситься в графи 13 і 14.

В графи 15,17 заноситься відповідно, змінну норму виробітку і норму витрати палива, які прийняті у господарстві, або взяті із типових норм. [9]

Виробіток агрегату за агротехнічний строк визначається по формулі: (графа 16)

$$W_{agr} = W_{зм}^n \cdot D_p \cdot k_{зм} \quad (2.16)$$

де W – норма виробітку агрегату за строк, га/зм, (н/зм; т·км/зм).

$$W_{agr} = 52,8 \cdot 4 \cdot 2 = 422,8 \text{ га / зм}$$

Потреба машинних агрегатів для виконання даного обсягу робіт визначаються по формулі (графа 18, 19, 20).

$$n_a = \frac{Q}{D_p \cdot k_{зм} \cdot W} \quad (2.17)$$

де Q – обсяг робіт, га (т, т·км);

$k_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

D_p – кількість робочих днів;

W – годинна продуктивність агрегату, га/год (т/год, т км/год).

$$n_a = \frac{590}{4 \cdot 2 \cdot 52,8} = 1$$

Потреба механізаторів і допоміжних робітників (графа 21, 22) визначається множенням граф 13, 14 на кількість агрегатів (графа 12).

Потреба в паливі визначається по формулі (графа 23)

$$G_i = q \cdot Q \quad (2.18)$$

де Q – загальна витрата палива, кг;

q – норми витрати палива, кг/га ($2,5 \cdot 2 = 5$ кг)

$$G_i = 5 \cdot 540 = 2700 \text{ кг}$$

Затрати праці на одиницю роботи (графа 24) визначається по формулі:

$$h = \frac{(m_c + m_d)}{W_{зм}} T_{зм} \quad (2.19)$$

де h – затрати праці на одиницю роботи, год/га;

m_c, m_d – відповідно кількість механізаторів і допоміжних працівників;

$T_{зм}$ - тривалість часу зміни, год;

$W_{зм}$ – змінні норми виробітку, га/зм.

$$h = \frac{(1+0)}{52.8} 7 = 0.13 \text{ год / га}$$

Затрати праці на весь обсяг робіт (графа 25) визначається по формулі:

$$H_i = h \cdot Q \cdot k_{зм} \quad (2.20)$$

$$H_i = 0.13 \cdot 540 \cdot 2 = 140,4 \text{ год}$$

Прямі експлуатаційні витрати на одиницю роботи (графа 25) беруться з довідкової літератури.

Кількість годин роботи тракторів (графа 27, 28, 29 і 30) визначаються по формулі:

$$T_i = \frac{Q \cdot T_{зм}}{W_{зм}} \quad (2.21)$$

$$T_i = \frac{1080 \cdot 7}{52,8} = 143 \text{ год}$$

Коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори вибирається із довідкової літератури [13] і заноситься в графу 30.

Обсяг робіт в умовних еталонних гектарах (графа 31) підраховується по виразу:

$$\Omega = \frac{Q \cdot T_{зм}}{W_{зм}} \lambda_{ум} \quad (2.22)$$

де $\lambda_{ум}$ – коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори.

$$\Omega = \frac{1080 \cdot 7}{52,8} 1,65 = 235,9_{ум.ет.га}$$

В графі 32 проставляється загальна сума прямих експлуатаційних витрат. В нижній частині технологічної норми проставляється загальна кількість палива, затрати праці, кількість годин, обсяг робіт в умовних еталонних гектарах експлуатаційні витрати.

Загальні прямі експлуатаційні витрати (графа 33) визначаються по формулі:

$$S_{екп} = S_{пр} \cdot \Omega \quad (2.23)$$

$$S_{екп} = 54,76 \cdot 235,9 = 12917,88_{грн}$$

В нижній частині технологічної карти проставляємо сумарні значення кількості палива, затрат праці, кількості годин по маркам тракторів, обсягу робіт в умовних еталонних гектарах, прямих експлуатаційних витрат. Приклад технологічної карти наведено див. аркуш 2 графічної частини, або додаток 1 пояснювальної записки.

2.4 Розрахунок потреби техніки, в робочій сили, технологічних матеріалів.

Для обґрунтування раціонального складу машинно-тракторного парку необхідно виконати розрахунок потреби господарства в технічних засобах та трудових ресурсах. З цією метою будуються графіки завантаження тракторів різних марок, зернозбиральних комбайнів, транспортних засобів, сільськогосподарських машин і механізмів, а також визначається потреба в робочій силі протягом виробничого циклу.

Попередня кількість тракторів певної марки встановлюється на основі загального обсягу механізованих робіт, вираженого в годинах роботи машин, та нормативного річного навантаження на один трактор. Такий підхід дозволяє визначити необхідну кількість технічних засобів для своєчасного та якісного виконання всіх технологічних операцій у встановлені агротехнічні строки.

Отримані результати використовуються для формування оптимального складу машинно-тракторного парку, забезпечення рівномірного завантаження техніки протягом року та підвищення ефективності її використання в господарстві.

$$n_i = \frac{\sum_{i=1}^k T_i}{T_{in}} \quad (2.24)$$

де n_i – кількість тракторів даної марки, шт;

$\sum_{i=1}^k T_i$ – загальне завантаження тракторів даної марки по технологічній

карті, год;

T_{in} – нормативне річне завантаження трактора даної марки, год. [10, 13]

$$n_{T-150K} = \frac{1155}{1300} = 0,88 \approx 1$$

Графіки завантаження машинно-тракторних агрегатів складаються на основі розроблених технологічних карт і окремо для кожної марки трактора. При їх побудові по осі абсцис відкладаються календарні строки виконання технологічних операцій, а по осі ординат — тривалість роботи техніки протягом доби.

За аналогічним принципом виконуються графіки потреби в механізаторах та допоміжному персоналі, що дозволяє визначити необхідну

кількість працівників для своєчасного виконання виробничих процесів у найбільш напружені періоди польових робіт.

Завантаження сільськогосподарських машин і знарядь доцільно відображати за допомогою лінійного графіка, який наочно характеризує інтенсивність їх використання протягом виробничого сезону (аркуш 3 графічної частини проєкту).

Для визначення загальної потреби господарства в мінеральних та органічних добривах, а також засобах хімічного захисту рослин, зокрема гербіцидах, виконують відповідні розрахунки за встановленими формулами з урахуванням площі посівів і рекомендованих норм внесення препаратів

$$M = D_m \cdot F \quad (2.25)$$

де D_m – доза внесення мінеральних добрив чи органічних добрив, або також гербіцидів, кг/га;

F – площа посіву кукурудзи на зерно, га.

$$M = 6.59 \cdot 540 = 3753 \text{ кг}$$

Результати розрахунку потреби техніки, робочої сили та технологічних матеріалів заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Комплекс обладнання для виробництва кукурудзи на зерно.

Техніка та матеріали	Марка	Кількість, шт., т.
Трактори	T-150	3
	ДТ-75М	4
	МТЗ-80	6
	T-70С	2
	ЮМЗ-6	8
Комбайни	ДОН-1500	2
	КСКУ-6	2
Автомобілі	ЗіЛ-130	8
	ГАЗ-53	2
	САЗ-3507	8
С - г. машини: луцильники	ЛДГ-15	3

плуги	ПН-5-35	2
Агрегат передпосівного обробітку	АПО-4,2	4
Культиватори	КРН-4,2	4
	КПС-4	6
Борони	ЗБЗТС-1,0	48
	БДТ-7	3
	БЗСС-1,0	24
Котки	ЗККШ-6А	10
Зчіпки	СП-16	3
	СГ-21	2
Приставка	КМД-6	2
Сівалка	СУПН-12	2
Причепи	2ПТС-4-887	7
	ММЗ-554	8
Навантажувачі: насіння	УЗСА-40	2
Мінеральних добрив	ПЭ-0,8Б	4
Гноївкорозкидачі	РЖ-1,8	5
Змішувач мінеральних добрив	СЗУ-20	1
Подрібнювач мінеральних добрив	АИР-20	2
Розкидач мінеральних добрив	КСА-3	3
Вирівнювачі борозен	ВП-8	3
Снігоутримувачі	СВШ-7	3
Приготувачі гербіцидів	АПР "Темп"	1
Оприскувачі	ОПШ-15	6
Навантажувачі соломи	ПФ-0,5	1
Укривачі траншей	БН-100	6
Очищувачі качанів	ПП-10	13
Технологічні матеріали		
Посівний матеріал	Піонер-39-78	24,3
Мінеральні добрива	Аміачна селітра	3,753
	Суперфосфат	2,932
	Калійні солі	3,256
Органічні добрива	перегній	21600
Гербіциди	Агелон	2,43
Паливо-мастильні	Дизпаливо	47,44
Потреба робочої сили	Механізаторів	21
	Допм. робітників	5

3. Конструкторська розробка. Пристрій для передпосівного обробітку ґрунту.

3.1 Необхідність застосування пристрою.

Після проведення зяблевої оранки в осінній період навесні на поверхні поля часто спостерігаються значні нерівності, які негативно впливають на якість виконання наступних технологічних операцій. До основних недоліків належать надмірна глибина розгінних та звальних борозен, перевищення допустимої висоти гребенів, а також утворення великої кількості ґрунтових брил внаслідок виконання оранки за підвищеної вологості ґрунту.

Наявність таких дефектів поверхні ускладнює проведення посівних робіт і може суттєво знизити якість висіву просапних культур, зокрема кукурудзи. Оскільки посів кукурудзи здійснюється з високою точністю розміщення насіння в рядках, нерівності поверхні призводять до нестабільної глибини загортання насіння. У місцях із глибокими борознами частина насіння може залишатися недостатньо загорнутою, що негативно впливає на польову схожість. Крім того, наявність великої кількості грудок спричиняє забивання робочих органів сівалки, появу пропусків у рядках та погіршення рівномірності посіву.

Запропонований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту призначений для усунення зазначених недоліків. Його використання забезпечує вирівнювання поверхні поля, покращення структури верхнього шару ґрунту та формування однорідного за фракційним складом посівного ложа. Це створює сприятливі умови для якісного висіву насіння та подальшого розвитку рослин.

Однією з основних переваг агрегату є ефективне механічне знищення бур'янів без застосування гербіцидів перед сівбою. Робочі органи машини

успішно пригнічують такі поширені однорічні бур'яни, як гірчиця польова, редька дика, капуста дика, щиріця звичайна, мишій та інші види.

Найвища ефективність боротьби з бур'янами досягається під час їх розвитку у фазі «білої ниточки», коли проросле насіння ще не утворило надземних органів. У цей період механічний обробіток забезпечує практично повне знищення молодих проростків. Крім того, агрегат може застосовуватися для боротьби з бур'янами на початкових етапах вегетації, коли висота рослин не перевищує 10–15 см. Завдяки цьому значно зменшується забур'яненість посівів і створюються кращі умови для росту та розвитку культурних рослин.

3.2. Будова і робота пристрою.

Розглянемо схему пристрою для передпосівного обробітку ґрунту на рисунку.

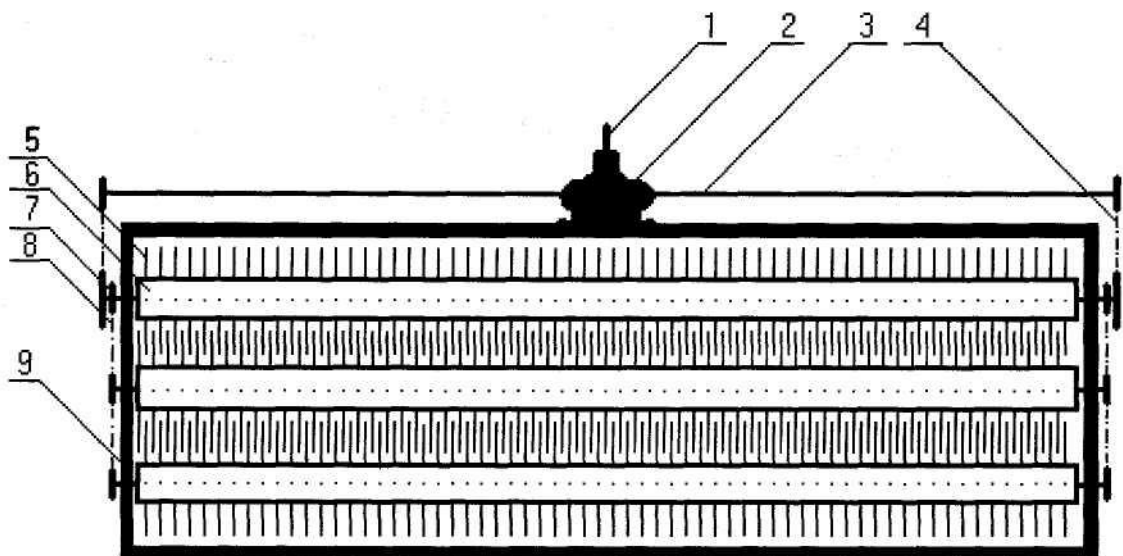


Рисунок 3.1 - Схема пристрою для обробітку ґрунту.

Пристрій складається з:

- 1.Приводний вал редуктора
- 2.Редуктор конічний
- 3.Вихідний вал редуктора

- 4.Ланцюгова передача приводу валу першого барабану
- 5.Робочі органи (зубці)
- 6.Барабан
- 7.Вал приводу першого барабану
- 8.Ланцюгова передача для приводу двох інших барабанів
- 9.Рама агрегату.

Принцип роботи агрегату полягає у передачі крутного моменту від вала відбору потужності трактора до робочих органів машини. Обертання від ВВП передається на привідний вал (1), який через конічний редуктор (2) забезпечує передачу крутного моменту на вихідний вал (3).

Від вихідного вала (3) обертальний рух за допомогою ланцюгової передачі (4) передається на вал першого барабана (7), приводячи його в робочий стан. Надалі крутний момент від вала першого барабана через ланцюгову передачу (8) розподіляється на вали двох інших барабанів, забезпечуючи їх синхронне обертання.

Усі барабани встановлені на загальній рамі агрегату (9), яка слугує несучою конструкцією та забезпечує взаємне розташування основних вузлів машини. Безпосередній вплив на ґрунт здійснюється за допомогою робочих органів — зубців (5), закріплених на барабанах. Під час обертання барабанів зубці розпушують верхній шар ґрунту, вирівнюють поверхню поля, подрібнюють грудки та виконують механічне знищення бур'янів, створюючи оптимальні умови для подальшого проведення посівних робіт

3.3 Інженерні розрахунки.

Кінематичний розрахунок приводу агрегату для обробітку ґрунту

Крутний момент на барабані, Нм $M_b=330$

Частота обертання барабану, хв.⁻¹ $n_b=250$

Підберемо потужність що передається вихідним валом.[15]

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

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

M_{ϵ} – крутний момент на барабані, Нм;

n_{ϵ} – частота обертання вихідного валу агрегату, хв.⁻¹;

ω – кутова швидкість валу, с⁻¹.

$$N_{вих} = \frac{330}{26.18} = 8639.4 \text{ Вт}$$
$$\omega = \frac{\pi \cdot N_1}{30} \quad (3.2)$$

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

Визначаємо загальний коефіцієнт корисної дії (ККД)

$$\eta_{заг} = \eta_{\kappa} \cdot \eta_{нід}^2 \cdot \eta_{зпк} \cdot \eta_{л} \quad (3.3)$$

де η_{κ} – ККД парадної передачі ($\eta_{\kappa}=0,95$);

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

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

$\eta_{л}$ – ККД ланцюгової передачі ($\eta_{л}=0,92$).

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

Визначаємо потрібну потужність на валу відбору потужності (ВВП).

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

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

З конструктивних міркувань приймаємо частоту обертання $n_{ВВП} = 1000$ хв.

Визначаємо фактичне передаточне відношення і розподіляємо його по ступенях приводу.

$$U_{\phi} = \frac{N_{B\Pi}}{\eta_{вих}} \quad (3.5)$$

де U_{ϕ} – фактичне передаточне число;

$N_{B\Pi}$ – частота обертання ВВП, хв^{-1} ;

$N_{вих}$ – частота обертання вихідного агрегату, хв^{-1} .

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

Орієнтуємось на межі середніх передаточних чисел ($U_{\text{л}} = 1,5 \dots 4$)
приймаємо $U_{\text{л}} = 2$ тоді передаточне число регулятора:

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

де $U_{ред}$ – передаточне число редуктора;

$U_{\text{л}}$ – передаточне число ланцюгової передачі.

$$U_{ред} = \frac{4}{2} = 2$$

Визначаємо потужність і частоту обертання кожного вала привода і крутні моменти.

Потужність на вхідному валу.

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

де N_1 – потужність на вихідному валу, Вт.

$$N_1 = 10079,25 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 9778,85 \text{ Вт}$$

Крутний момент на вхідному валу.

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

де ω_1 – кутова швидкість на вихідному валу, с^{-1} .

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

де N_1 – частота обертання на вхідному валу, хв^{-1} .

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

$$M_1 = \frac{9778.85}{104.72} = 93.38 \text{ Нм}$$

Потужність, що передається вихідним валом редуктора.

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

де N_2 – потужність на вихідному валу редуктора, Вт.

$$N_2 = 9778.85 \cdot 0.99 \cdot 0.97 = 9390.6 \text{ Вт}$$

Крутний момент на проміжному валу.

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

де ω_2 – кутова швидкість на вихідному валу, c^{-1} .

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

де N_2 – частота обертання на вхідному валу, хв^{-1} .

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

$$n_2 = \frac{1000}{2} = 500 \text{ хв}$$

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

$$M_2 = \frac{9390.6}{52.35} = 179.34 \text{ Н / м}$$

Потужність на вихідному агрегаті.

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

де $N_{\text{вих}}$ – потужність на вхідному валі, Вт.

$$N_{\text{вих}} = 9390.6 \cdot 0.92 = 8639.38 \text{ Вт}$$

Крутний момент на вхідному валу.

$$M_{\text{в}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\omega_{\text{в}}} \quad (3.15)$$

де ω_B – нульова швидкість вхідного валу, c^{-1} .

$$\omega_{\epsilon} = \frac{n_{\epsilon}}{30}$$

де n_B – частота обертання вхідного валу агрегату, $хв.^{-1}$.

$$n_{\epsilon} = \frac{N_2}{U_{\epsilon}} \quad (3.17)$$

$$n_{\epsilon} = \frac{500}{2} = 250 \text{ хв}^{-1}$$

$$\omega_{\epsilon} = \frac{3,14 \cdot 250}{30} = 26,2 \text{ c}^{-1}$$

$$M_{\epsilon} = \frac{8639,38}{26,2} = 330 \text{ Н} / \text{м}$$

Дані розрахунку заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Дані кінематичного розрахунку привода агрегату.

Вал	Тип передачі	Потужність, Вт.	Крутний момент, Нм	Нульова швидкість	Частота обертання	Передавальне число
I		9778,85	93,38	104,72	1000	
	Конічна					2
II		9390,6	179,34	52,35	5000	
	ланцюгова					2
III		8639,38	330	26,2	250	

Ланцюгова передача

Вихідні дані:

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Передавана потужність, Вт | $N = 9390.6$ |
| 2. Крутний момент, Нм | $M = 179,34$ |
| 3. Частота обертання ведучої зірочки, $хв.^{-1}$ | $n = 500$ |
| 4. Передавальне число | $U = 2$ |
| 5. Кут нахилу лінії центрів | $Q = 0$ |
| 6. Навантаження | |
| 7. Міжосьова відстань, мм | $a = \text{до } 2600$ |

Визначення кількості зубців ведучої (меншої) зірочки здійснюється з урахуванням необхідного передаточного числа ланцюгової передачі. При проектуванні рекомендується приймати парну кількість зубців, оскільки таке конструктивне рішення забезпечує більш рівномірний розподіл навантаження між елементами передачі та сприяє зменшенню інтенсивності їх зношування.

Крім того, поєднання парного числа зубців із парною кількістю ланок ланцюга дозволяє забезпечити рівномірний контакт зубців із ланками, що позитивно впливає на довговічність та надійність роботи передачі.

Рекомендовану кількість зубців ведучої зірочки визначають за емпіричною залежністю, яка враховує передаточне число механізму та особливості роботи ланцюгової передачі [16].

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

де U – передаточне число.

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

Приймаємо $Z_1 = 25$

Визначення числа зубців веденої зірочки.

Визначаємо число зубців веденої зірочки по формулі:

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

Приймаємо $Z_2 = 50$

Визначення крону ланцюга.

Визначаємо крон ланцюга по формулі:

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

де M_1 – крутний момент на ведучій зірочці, Нм;

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

Z_1 – число зубців веденої зірочки;

$[P]$ – середній допустимий тиск в шармі ланцюга, Н/мм².

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

де K_e – середній розрахунковий експлуатаційний коефіцієнт навантаження по формулі [див.17.ст.86]

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

де K_d – коефіцієнт коливання навантаження;

$K_d = 1$ – при рівномірному без поштовхів навантаження;

$K_d = 1,25$ – при плавному коливанні навантаження;

$K_d = 1,4$ – при середньо пульсуючому навантаженні з невеликими поштовхами;

$K_d = 1,6$ – при середньо пульсуючому навантаженні с сильними поштовхами;

Приймаємо $K_d = 1,4$;

K_n – коефіцієнт між осьової відстані, що враховує частоту навантаження ланок ланцюга;

При $a = (30...60)$ t приймають $K_n = 1$;

При $a=30$ t приймають $K_n = 1,2$;

При $a=60$ t приймають $K_n = 0,8$;

Приймаємо $K_n = 1,24$

$K_{рег}$ – коефіцієнт, якій враховує способи регулювання натягу ланцюга;

$K_{рег} = 1$ – при автоматичному регулюванні;

$K_{рег} = 1,25$ – при періодичному регулюванні;

Приймаємо $K_{рег} = 1,25$;

K_n – коефіцієнт, який враховує кут нахилу лінії центрів передач;

При $>60^\circ$ приймають $K_H = 1,25$;

$< 60^\circ$ приймають $K_H = 1$;

Приймаємо $K_H = 1$;

K_{3M} – коефіцієнт, що враховує спосіб змащування ланцюгів;

$K_{3M} = 1,5$ – при періодичному змащуванні;

$K_{3M} = 1,2$ – при крапельному змащуванні;

$K_{3M} = 1$ – при безперервному (камерному) змащуванні;

Приймаємо $K_{3M} = 1,5$;

K_p – коефіцієнт, що враховує кількість годин роботи на протязі доби;

При $K_p = 1$ – при однозмінній роботі;

$K_p = 1,25$ – при двозмінній роботі;

$K_p = 1,5$ – при тризмінній роботі;

Приймаємо $K_p = 1$.

$$K_e = 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 3,15$$

При $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$ при кроці ланцюга 25,4мм:

$$[P]^I = 34,6 \cdot K \cdot Z = 1 + 0,01(Z_1 - 17) = 1 + 0,01(25 - 17) = 1,08 \text{ МПа} \quad (3.23)$$

$$[P] = [P]^I + K \cdot Z = 34,6 + 1,08 = 35,68 \text{ МПа} \quad (3.24)$$

Знаходимо крок ланцюга.

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt{\frac{179,34 \cdot 10^3 \cdot 3,15}{25 \cdot 35,68 \cdot 2}} = 19,05 \text{ мм}$$

Приймаємо $t = 19,05$

По ГОСТ 13568-75 (див. [17] Таблицю 5.13) умови позначення ланцюга:

2ПР-19,05-7200 ГОСТ 13568-75.

Визначення колової швидкості ланцюга, колову швидкість ланцюга визначаємо по формулі:

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

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

t – крок ланцюга $t = 19,05$ мм;

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

$$V = \frac{25 \cdot 19,5 \cdot 500}{60 \cdot 1000} = 4,06 \text{ м/с}$$

Визначення колового зусилля.

Визначаємо колове зусилля по формулі:

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

де N – потужність на ведучій зірочці, Вт;

V – швидкість ланцюга, м/с.

$$F_t = \frac{9390,6}{4,06} = 2312,9 \text{ Н}$$

Визначення середнього питомого тиску в шарнірі.

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

де F – площа опорної проекції шарніра [17], $F = 211 \text{ мм}^2$.

По таблиці 16 [16] допустимий питомий тиск при $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$, $t = 19,05$ мм $[p^1] = 32,6$ одержимо методом інтерполяції; перемножимо згідно примірці знайденого значення $[p]$ на поправочний множник K_Z .

$$P = \frac{2312,9 \cdot 3,15}{211} = 34,53$$

Таким чином $p > [p]$ і вибраний ланцюг по умові надійності зносостійкості підходить.

Перевірка ланцюга по допустимій частоті обертання малої зірочки.

Перевіряємо ланцюг по допустимій частоті обертання малої зірочки по формулі:

$$n_1 \leq [n_1]_{\max} \quad (3.28)$$

де $n_1 = 500 \text{ хв}^{-1}$ – по вихідних даних;

$[n_1]_{\max}$ – максимально допустима частота обертання ведучої зірочки,
 $[n_1]_{\max} = 1000 \text{ хв}^{-1}$.

Умови $n_1 < [n_1]_{\max}$ виконується.[16]

Виконання геометричного розрахунку передачі.

Приймаємо міжосьову відхилень з умови:

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

де t – крок ланцюга, мм.

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

Визначаємо міжцентрову відстань в кроком ланцюга:

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

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

Визначення попереднього сумарного числа зубів зірочок.

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

де Z_1 – кількість зубів ведучої зірочки;

Z_2 – кількість зубів веденої зірочки.

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

Поправка:

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

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

Визначення необхідної довжини ланцюга.

Визначаємо необхідну довжину ланцюга в кроках ланцюга по формулі:

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

де a_t – міжцентрова відстань в кроках ланцюга;

Z_Σ – сумарна кількість зубів обох зірочок;

Δ – поправка.

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

Заокруглюємо до першого числа $L_t = 97$ кроків.

Розрахункова довжини ланцюга:

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

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

Уточнюємо міжосьову відстань по формулі:

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

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

Приймаємо $a = 921 \text{ мм}$

Для забезпечення вільного провисання ланцюга слід зменшити міжосьову відстань на $/0,002...0,004/a$, тобто $921 \cdot 0,004 = 4 \text{ мм}$.

$$a = 921 - 4 = 917 \text{ мм}$$

Визначення розмірів зірок.

Ділильний діаметр меншої зірочки.

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

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

Ділильний діаметр веденої зірочки.

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

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

Зовнішній діаметр ведучої зірочки визначається по формулі:

$$D_{e1} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{Z}} + 1.1 \cdot \alpha \quad (3.38)$$

де α_1 – діаметр ролика ланцюга при $t = 19,05\text{мм}$, $\alpha_1 = 11,91\text{мм}$

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

Зовнішній діаметр веденої зірочки визначаємо за формулою:

$$D_{e2} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{Z_2}} + 0,96 \cdot t \quad (3.39)$$

де t – крок ланцюга $t = 19,05\text{мм}$.

$$D_{e2} = \frac{19.05}{\operatorname{tg} \frac{180}{50}} + 0,96 \cdot 19.05 = 57\text{мм}$$

Визначення сил діючих на ланцюг.

Сили діючі на ланцюг:

а) Колове зусилля. $F_{t1} = 2313\text{Н}$

б) Відцентрова сила

$$P_v = g \cdot V^2 \quad (3.40)$$

де g – вага погонного метра ланцюга вибираємо по таблиці 5.13,[17].

Для ланцюга $t = 19,05\text{мм}$ дврядного $g = 3,5\text{кг/м}$.

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

Сила натягу спричинена власною вагою гілки ланцюга:

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

де K_f – коефіцієнт положення ланцюга в просторі;

При $\Theta = 0^\circ$; $K_f = 6$ [17];

a – міжосьова відстань, м.

$$P_f = 9.81 \cdot 6 \cdot 3.5 \cdot 0.921 = 189.7 H$$

Визначення розрахункового навантаження, що діє на вал.

Розрахункове навантаження, що діє на вали визначаємо за формулою:

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

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

Примітка: сила P_v – на вали не передається.

Визначення коефіцієнту запасу міцності.

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності і порівнюємо його з допустимим за формулою:

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

де Q – руйнівне навантаження ланцюга, кгс [17]

$Q = 7200$ кгс.

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

Нормативний коефіцієнт запасу міцності $[n]$ для приводних роликів ланцюгів приведений в таблиці 18 [16] $[n] = 9,4$.

Таким чином умови міцності вибраного ланцюга виконані.

Покажемо на рисунку 3.1 схему ланцюгової передачі.

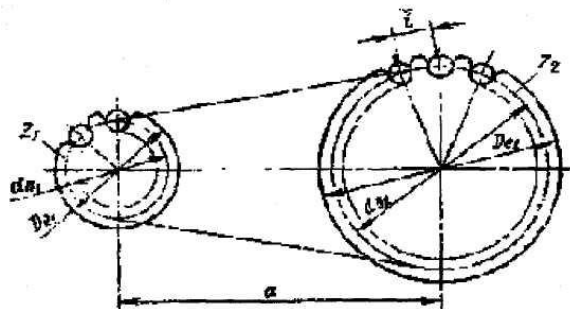


Рисунок 3.2 - Схема ланцюгової передачі.

Даний агрегат приведено на аркуші 5 (складальне креслення), та на аркушах 6, 7 (деталювання).

3.4 Техніко-економічна оцінка пристрою.

Для проведення техніко-економічного обґрунтування доцільності впровадження розробленої машини для передпосівного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно необхідно виконати комплекс економічних розрахунків. Зокрема, визначаються витрати на виготовлення та впровадження конструкції, розраховується очікувана річна економічна ефективність її використання, встановлюється термін окупності інвестиційних вкладень, а також обчислюється загальний річний економічний ефект від застосування нової техніки у виробничих умовах.

Оцінка економічної доцільності впровадження проєктованої машини базується на порівнянні експлуатаційних витрат, продуктивності праці та техніко-економічних показників існуючої і запропонованої технологій виконання робіт.

Першим етапом економічних розрахунків є визначення вартості виготовлення пристрою, яка включає витрати на матеріали, комплектуючі вироби, оплату праці виробничого персоналу, витрати на механічну обробку деталей, складання конструкції та інші супутні витрати, пов'язані з виготовленням машини.

Вартість виготовлення пристрою:

$$S_{\text{пристр}} = S_{\text{мат}} + S_{\text{опр.пр}} + S_{\text{пок}} \quad (3.44)$$

де $S_{\text{пристр}}$ – вартість виготовлення пристрою, грн.;

$S_{\text{мат}}$ – вартість матеріалів для виготовлення, грн.;

$S_{\text{опр.пр}}$ – відрахування на оплату праці, грн.;

$S_{\text{пок}}$ – вартість покупних виробів (підшипників, ланцюгів), грн..

$$S_{mat} = M_{mat} \cdot C_m \quad (3.45)$$

де M_{mat} – потреба певного виду матеріалу, м;

C_m – вартість одного погонного метра матеріалу, грн.

Розрахуємо вартість квадрату 50х50, що потрібен для виготовлення агрегату.

$$S_{mat} = 11,0 \cdot 25 = 275$$

Для покупних деталей метода визначення їх вартості така ж сама.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.2.

Таблицю 4.2

Вартість матеріалів та покупних деталей та вузлів.

Найменування матеріалу, деталей і вузлів	Ціна за погонний метр, або за одиницю, грн.	Потреба, м (шт)	Сума, грн.
Матеріали для виготовлення			
Квадрат 50х50	25	11,0	275
Шестигранник 19	14	202,0	2828
Труба 025	36	12,6	453,6
Покупні вироби			
Підшипник 208	50	10	500
Ланцюг 2ПР-15,09	45	6	270
Всього			4326,6

Відрахування на оплату праці можна визначити за формулою:

$$S_{opr.pr} = \Omega_{nv} \cdot P \quad (3.46)$$

де Ω_{nv} – обсяг робіт на виготовлення машини по кожному виду робіт, год;

P – розцінки запевний вид робіт, грн.

Для визначення витрат на оплату праці приведемо обсяг робіт, на розцінки по кожному виду робіт в таблиці 3.3. [11]

Таблиця 3.3

Визначення затрат на оплату праці при виготовленні машини.

Вид роботи	Розклад робіт	Обсяг робіт	Розцінки робіт грн/год	Сума грн.
Зварювальні	V	24	0,705	16,92
Токарні	III	16	0,54	8,64
Свердлильні	III	10	0,54	5,4
Фрезерні	IV	5	0,67	3,35
Слюсарні	IV	20	0,6	12
Складальні	V	7	0,65	4,55
Фарбування	III	2	0,7	1,4
Налагодження	V	7	0,59	4ДЗ
Опробування	V	35	0,55	19,25
Всього	-	126	-	75,64

$$S_{opr.np} = 75.64 \text{ грн}$$

$$S_{пристр} = 3556,6 + 75,64 + 770 = 4402,24 \text{ грн}$$

Розрахуємо економічну ефективність роботи пристрою.

$$E_p = (C_{np1} - C_{np2}) \cdot F_1 \quad (3.47)$$

де C_{np1} – прямі експлуатаційні витрати коштів на роботу заводської машини, грн/га;

C_{np2} – прямі експлуатаційні витрати коштів на роботу проекрованої машини, грн/га.

F – нормативне річне завантаження, га.

$$C_{np2} = \frac{B_{тр} \cdot a_1}{100 \cdot T_{нтр} \cdot W_{год}} + \frac{B_m \cdot (a_1 + a_2)}{100 \cdot T_{нрм} \cdot W_{год}} + C_{нмм} \cdot g_{за} + \frac{f_m \cdot K_{доп} \cdot K_{нр}}{W_{год}} \quad (3.48)$$

де $B_{тр}$ – балансова вартість трактора, грн.;

B_m – балансова вартість машини, грн.;

a_1 – норми відрахувань на реновацію, %;

a'_1 – норми відрахувань на поточні ремонти, %;

a'_2 – норми відрахувань на ТО, %;

$T_{нтр}$ – нормативне річне завантаження трактора, год;

$T_{нрм}$ – нормативне річне завантаження машини, год;

$W_{год}$ – годинна продуктивність, га/год;

$C_{пмм}$ - комплексна ціна ПММ, грн. ($C_{пмм} = 50 \text{ грн/кг}$);

$g_{га}$ – погектарна витрата палива, кг/га;

f_m – зміна тарифна ставка механізатора, грн.;

$K_{нар}$ – коефіцієнт що враховує нарахування на заробітну плату = 1,5

(Відпускні та соцстрах);

$K_{доп}$ – коефіцієнт що враховує доплати за класність, за шкідливість роботи, за стаж роботи, за якість і своєчасність виконання, ($K_{доп} = 1,2$).

Розрахуємо нормативне річне завантаження машини в гектарах.

$$F = T_{нрм} \cdot W_{год} \quad (3.49)$$

$$F = 260 \cdot 3,06 = 795,6 \text{ га}$$

$$C_{нрз} = \frac{57000 \cdot 14,2}{100 \cdot 1200 \cdot 2,7} + \frac{20000 \cdot 16}{100 \cdot 260 \cdot 2,7} + 2,5 \cdot 5,85 + \frac{5,82 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{2,7} = 30,78 \text{ грн / га}$$

$$E_p = (30,78 - 24,68) \cdot 795,6 = 4853,16 \text{ грн}$$

Розраховуємо термін окупності нової машини.

$$T_{он} = \frac{K_{доп}}{E_p} \quad (3.50)$$

де $K_{доп} = S_{пристр}$ – вартість виготовлення пристрою, грн.;

E_p – річна економічна ефективність, грн.

$$T_{он} = \frac{4402,24}{4853,16} = 0,9 \approx 10$$

4 Охорона праці

4.1 Шкідливі та небезпечні фактори при виробництві кукурудзи на зерно

Відповідно до вимог ГОСТ 12.0.003-80 виробничі небезпечні та шкідливі фактори поділяються на чотири основні групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До фізичних факторів належать рухомі машини та механізми, незахищені рухомі елементи обладнання, гострі кромки та шорсткі поверхні деталей і інструментів, можливість руйнування конструкцій, виконання робіт на висоті, вплив електричного струму підвищеної напруги, а також несприятливі параметри виробничого середовища. До останніх відносяться відхилення показників мікроклімату від нормативних значень, підвищений або знижений рівень температури повітря та поверхонь, надмірний шум, вібрація, різні види випромінювань, запиленість, загазованість і недостатнє або надмірне освітлення робочих місць.

До групи хімічних факторів відносять речовини, які можуть негативно впливати на організм людини. Залежно від характеру дії вони поділяються на токсичні, сенсibilізуючі, подразнювальні, канцерогенні та мутагенні. Токсичні речовини здатні викликати отруєння різного ступеня тяжкості. Сенсibilізатори спричиняють алергічні реакції та захворювання органів дихання. До них належать, зокрема, пил зерна, борошна, пилок бур'янів та інших рослин. Подразнювальні речовини викликають ураження шкіри та слизових оболонок; до них належать аміак, сірководень, розчинники, лакофарбові матеріали та інші хімічні сполуки. Канцерогенні фактори можуть сприяти виникненню злоякісних новоутворень, а мутагенні — викликати зміни спадкових властивостей організму та негативно впливати на репродуктивну функцію людини.

Біологічні фактори охоплюють різноманітні живі організми, здатні чинити шкідливий вплив на працівників. До них належать мікроорганізми (бактерії, віруси, грибки) та макроорганізми, зокрема рослини й тварини.

Психофізіологічні фактори пов'язані з надмірними фізичними та нервово-психічними навантаженнями. До цієї групи відносять значні фізичні зусилля, інтенсивне розумове навантаження, перенапруження органів чуття, емоційне напруження, а також втому, що виникає внаслідок монотонності виробничих процесів.

Під час виконання технологічних операцій із вирощування та збирання кукурудзи на зерно працівники можуть зазнавати впливу всіх зазначених груп небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Саме тому важливого значення набуває впровадження комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці та збереження здоров'я працівників.

4.2 Аналіз стану охорони праці в господарстві.

Загальну відповідальність за організацію та забезпечення охорони праці в господарстві покладено на керівника підприємства. На окремих виробничих підрозділах відповідальними особами за дотримання вимог безпеки праці є керівники структурних підрозділів, бригадири тракторних бригад, завідувачі ферм та інші посадові особи, які здійснюють безпосереднє керівництво виробничими процесами.

Для запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням та створення безпечних умов праці в господарстві організовується проведення різних видів інструктажів з охорони праці. До них належать вступний інструктаж, первинний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі. Крім того,

працівники проходять відповідне навчання та перевірку знань з питань безпеки праці.

Разом із тим аналіз стану охорони праці свідчить про те, що окремі види інструктажів та навчання не завжди проводяться в повному обсязі або відповідно до чинних нормативно-правових вимог. Недостатній контроль за виконанням вимог охорони праці та порушення трудової дисципліни можуть призводити до виникнення нещасних випадків на виробництві.

Показники виробничого травматизму та їх динаміка за досліджуваний період наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Стан виробничого травматизму в господарстві

Найменування показників	2022	2023	2024	2025	2026
Середньорічна кількість працюючих	234	190	211	228	252
Кількість нещасних випадків	3	2	4	1	-
Кількість днів втрати робото здатності	8	10	23	2	-
Показник тяжкості	2,67	5	5,75	2	-
К-сть нещасних випадків на 1000 робітників	12,82	10,53	18,96	4,39	-

Із даних таблиці 4.1 видно, що в господарстві за п'ятиріччя були випадки виробничого травматизму, лише в 2026 році виробничого травматизму не було.

Розрахунок показників частоти та тяжкості виробничого травматизму зроблено по наступним формулам.

Показник частоти (k_r) – середня кількість нещасних випадків в господарстві на 1000 працюючих за звітний період:

$$k_r = \frac{H \cdot 1000}{P} \quad (4.1)$$

де H – кількість нещасних випадків за звітний період;

P – середньорічна кількість працюючих.

$$k_r = \frac{3 \cdot 1000}{234} = 12.82$$

Показник тяжкості (K_t) – середня тривалість непрацездатності, викликана однією травмою:

$$k_r = \frac{D}{H} \quad (4.2)$$

де D – сумарна втрата днів робото здатності потерпілим за звітний період.

$$k_r = \frac{8}{3} = 2,67$$

Для покращення стану охорони праці в господарстві необхідно вдосконалювати заходи по охороні праці і технічній безпеці.

4.3 Проект заходів по охороні праці.

Охорона праці являє собою комплекс взаємопов'язаних законодавчих, соціально-економічних, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці, збереження здоров'я працівників і підтримання їхньої працездатності в процесі трудової діяльності. До основних складових системи охорони праці належать трудове законодавство, виробнича санітарія, техніка безпеки, пожежна безпека та безпечна експлуатація машин і механізмів.

Правові засади охорони праці в Україні визначаються Конституцією України, Кодексом законів про працю України, Законом України «Про охорону праці» та іншими нормативно-правовими актами, що регулюють питання безпеки праці на виробництві.

Як науково-практична дисципліна охорона праці вивчає закономірності впливу виробничих факторів на працівника, розробляє заходи щодо запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням, аваріям, нещасним випадкам та іншим негативним наслідкам трудової діяльності.

Під час експлуатації тракторів, комбайнів та інших самохідних машин значний вплив на організм людини чинять шум і вібрація. Для забезпечення безпечних умов праці рівень шуму в кабіні колісного трактора не повинен перевищувати встановлених нормативів. Важливе значення має також підтримання кабіни та її обладнання у справному стані відповідно до технічних вимог заводу-виробника.

Безпечне виконання механізованих робіт можливе лише за умови повної комплектності машин, наявності передбачених конструкцією захисних пристроїв та огорожень, а також їх справного технічного стану. Контроль технічного стану машинно-тракторного парку здійснюється відповідно до чинних нормативних документів та галузевих стандартів.

Під час агрегування тракторів із причіпними та начіпними машинами особливу увагу необхідно приділяти надійності з'єднувальних пристроїв. Причіпні машини повинні обладнуватися жорсткими зчіпними механізмами, що виключають можливість їхнього наїзду на трактор, а місця з'єднання мають бути надійно зафіксовані запобіжними елементами.

Перед початком польових робіт необхідно підготувати робочу ділянку: усунути або позначити небезпечні місця, засипати ями та канави, а також встановити попереджувальні знаки біля перешкод, які неможливо ліквідувати.

До виконання робіт на схилах допускаються трактористи-машиністи, які мають відповідну кваліфікацію, достатній виробничий досвід та пройшли

спеціальне навчання з питань безпечного виконання таких робіт. Перед виїздом механізатору видається наряд-завдання, у якому зазначаються маршрут руху та особливості технологічного процесу.

Очищення, регулювання та ремонт робочих органів сільськогосподарських машин дозволяється виконувати лише після повної зупинки агрегату. При заміні робочих органів у польових умовах необхідно заглушити двигун або від'єднати машину від трактора та встановити її на надійні підставки, що унеможливають самовільне опускання чи перекидання.

Під час підготовки посівних агрегатів перевіряють справність усіх вузлів і механізмів, надійність кріплень, стан площадок, поручнів та захисних огорожень. Підніжні площадки сівалок повинні відповідати встановленим вимогам безпеки, а очищення висівних апаратів необхідно здійснювати лише спеціальними пристроями. Розподіл насіння в насінневих ящиках виконується за допомогою спеціального інвентарю, що виключає травмування працівників.

До керування зернозбиральними комбайнами допускаються лише працівники, офіційно закріплені за відповідною технікою наказом по підприємству. Усунення несправностей безпосередньо в полі дозволяється тільки після повної зупинки машини, встановлення її на рівній поверхні та вимкнення двигуна.

Буксирування комбайнів здійснюється із застосуванням жорстких буксирних пристроїв встановленої довжини. До роботи трактористом-машиністом допускаються особи, які пройшли необхідне навчання, інструктажі з охорони праці та мають відповідне посвідчення на право керування технікою.

Тракторні причеи повинні бути обладнані справною гальмівною системою, керування якою здійснюється безпосередньо з кабіни трактора. Гальма мають забезпечувати ефективне гальмування під час руху, автоматично спрацьовувати при роз'єднанні причеа з трактором та утримувати агрегат на схилах під час стоянки. Використання причепів без гальмівної системи допускається лише у випадках, передбачених нормативними документами.

Для підвищення рівня безпеки праці та запобігання виробничому травматизму в господарстві розробляється комплекс організаційних і технічних заходів. Перелік запланованих заходів з охорони праці на 2026 рік наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

План заходів з охорони прац в господарстві

Найменування заходів	Сума витрат, тис. грн.	Посада виконавця
1. Розроблення річного і перспективного планів—заходів покращення умов праці і зниження травматизму	—	Інженер служби охорони праці
2. Обладнати ЦРМ душовими	520	Зав. ЦРМ, робітники
3. Придбання вогнегасників для зернових комбайнів	630	Інженер служби охорони праці
4. Відновлення умивальників в ЦРМ	120	Зав. ЦРМ, робітники
5. Придбати лампи денного освітлення	400	Зав. ЦРМ
6. Виготовити інструмент для очищення робочих органів сільськогосподарських машин	600	Зав. ЦРМ

7. Провести навчання безпечним методом праці	—	Інженер служби охорони праці
--	---	---------------------------------------

Заходи щодо підвищення рівня охорони праці та безпеки виробництва

Для подальшого вдосконалення системи охорони праці в господарстві доцільно реалізувати низку організаційних та технічних заходів. Насамперед необхідно переглянути чинну нормативну документацію з охорони праці, розробити нові інструкції та оновити ті, що втратили актуальність. Важливим завданням є забезпечення своєчасного проведення всіх видів інструктажів відповідно до встановлених вимог, організація навчання персоналу та регулярна перевірка знань працівників з питань безпеки праці. Крім того, слід належним чином обладнати куточки з охорони праці сучасними інформаційними матеріалами, плакатами та наочними посібниками.

Організація безпечної роботи працівників повинна здійснюватися відповідно до чинних нормативних документів, правил безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки та вимог охорони праці для ремонтних підприємств агропромислового комплексу.

Кожен працівник повинен усвідомлювати, що недотримання вимог безпеки може стати причиною виробничого травматизму, аварійних ситуацій або пошкодження техніки. До виконання робіт у складі машинно-тракторних агрегатів допускаються лише особи, які мають відповідну кваліфікацію, посвідчення на право керування технікою та пройшли необхідний інструктаж на робочому місці. У разі переведення механізатора на іншу машину або агрегат він зобов'язаний пройти додаткове навчання та інструктаж щодо особливостей її експлуатації.

Перед початком роботи необхідно ретельно перевірити технічний стан трактора та агрегатованої машини. Особлива увага приділяється

справності гальмівної системи, рульового керування, зчеплення, гідросистеми та робочих органів агрегату. Будь-які регулювальні, ремонтні або сервісні роботи дозволяється виконувати лише після повної зупинки агрегату, вимкнення двигуна та опускання робочих органів на поверхню ґрунту.

Вимоги безпеки під час експлуатації тракторів

Перед запуском двигуна тракторист повинен оглянути машину, прибрати сторонні предмети та переконатися, що важіль перемикавання передач знаходиться в нейтральному положенні. За наявності навісного обладнання необхідно встановити важіль гідросистеми у нейтральне положення та вимкнути вал відбору потужності.

Перед початком руху слід переконатися у відсутності людей поблизу трактора та агрегату, перевірити готовність усіх учасників технологічного процесу та подати попереджувальний сигнал.

Під час роботи категорично забороняється:

- сходити з машини під час руху;
- перебувати на крилах, причіпних пристроях або інших місцях, не призначених для перевезення людей;
- переходити між трактором і причіпною машиною під час руху;
- виконувати різкі повороти на схилах;
- передавати керування стороннім особам;
- перевозити людей у причепах, не обладнаних спеціальними місцями для пасажирів.

У темний час доби робота дозволяється лише за наявності справних освітлювальних приладів, що забезпечують нормативний рівень освітлення робочої зони.

Безпека під час технічного обслуговування та ремонту

Технічне обслуговування і ремонт машин повинні виконуватися переважно при вимкненому двигуні, за винятком операцій, що технологічно потребують його роботи. Перед початком ремонтних робіт машину

необхідно зафіксувати від самовільного переміщення за допомогою противідкатних упорів, а подачу пального перекрити.

Під час ремонту особливу увагу приділяють відновленню вузлів, які безпосередньо впливають на безпеку експлуатації техніки: гальмівних систем, освітлювальних приладів, захисних кожухів, кабін та інших елементів конструкції.

Не допускається:

виконання робіт на машині, піднятій лише домкратом;

використання випадкових предметів замість спеціальних підставок;

демонтаж або монтаж важких вузлів без застосування передбачених конструкцією вантажозахоплювальних пристроїв.

Вимоги безпеки при ремонті техніки в польових умовах

Технічне обслуговування машин у польових умовах повинно проводитися переважно в денний час. Особи, відповідальні за організацію робіт, зобов'язані забезпечити справний стан пересувних засобів технічного обслуговування та визначити безпечні маршрути їхнього пересування.

Під час виконання ремонтних робіт забороняється:

використовувати несправні підйомні механізми;

виконувати роботи з гідросистемою при працюючому двигуні;

застосовувати ненадійні або випадкові підставки;

перебувати в небезпечних зонах роботи рухомих механізмів;

використовувати буксирувальні засоби, які не пройшли перевірку технічного стану.

Безпека під час виконання польових робіт

Очищення робочих органів плугів, культиваторів, борін та інших машин необхідно виконувати лише після повної зупинки агрегату. Під час роботи посівних агрегатів не допускається розрівнювання насіння руками, піднімання або опускання маркерів під час руху та перебування працівників поза спеціально обладнаними місцями.

Під час експлуатації збиральної техніки забороняється проводити мащення, регулювання або ремонт механізмів при працюючому двигуні. Перед виконанням таких операцій необхідно зупинити машину, вимкнути привід робочих органів та заглушити двигун.

Безпечне поводження з хімічними речовинами

У сільськогосподарському виробництві широко використовуються мінеральні добрива, пестициди, гербіциди, розчинники та інші хімічні препарати. Порухення правил їхнього використання може призвести до забруднення навколишнього середовища та виникнення гострих або хронічних отруєнь.

До роботи з хімічними засобами допускаються лише працівники, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту. Під час роботи з пестицидами необхідно використовувати респіратори, захисні окуляри, рукавиці та спеціальний одяг.

На робочому місці забороняється вживати їжу, палити або вживати алкогольні напої. Перед прийомом їжі працівники повинні ретельно вимити руки, обличчя та прополоскати ротову порожнину.

Під час висіву протруєного насіння необхідно виключити прямий контакт працівників із насіннєвим матеріалом. Насіння повинно транспортуватися та зберігатися окремо від продуктів харчування і кормів.

Пожежна безпека

Особливої актуальності заходи пожежної безпеки набувають у період збирання врожаю. Перед початком робіт усі машини повинні пройти технічний огляд, а їхні системи живлення, мащення, охолодження та електрообладнання мають бути приведені у справний стан.

Збиральна техніка повинна комплектуватися справними вогнегасниками, штиковими лопатами та іншими первинними засобами пожежогасіння. Необхідно регулярно контролювати стан вихлопної системи та усувати будь-які несправності, які можуть стати джерелом займання.

Заправлення техніки паливом у польових умовах слід проводити за межами поля при вимкнених двигунах. Для гасіння нафтопродуктів рекомендується використовувати пісок, землю або спеціальні вогнегасні засоби; застосування води в таких випадках є неефективним.

Безпека на зернотоках

Під час роботи на зерноочисних і зерносушильних комплексах працівники можуть піддаватися впливу рухомих механізмів, підвищених температур та електричного струму. До обслуговування такого обладнання допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання та ін

4.4 Розрахунок потреби засобів захисту та спецодягу при виробництві кукурудзи на зерно.

Механізаторам, допоміжному персоналу та спеціалістам зайнятим на виробництві кукурудзи у відповідності до ДНАОП 0.05-3.03-81 передбачена безкоштовна видача спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту.

Проектом передбачена робота по виробництву кукурудзи на зерно механізованою ланкою в складі 21 чоловіка.

Необхідну кількість спецодягу та засобів індивідуального захисту для бригади визначаємо шляхом визначення кількості робітників зайнятих одночасно на виконанні даної операції і терміну на носіння. Дані розрахунку приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Норми видачі спецодягу та засобів індивідуального захисту для робіт по виробництву кукурудзи в господарстві.

Спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту	Строки носіння, міс.	Необхідна кількість
1. Костюм бавовняно - паперовий із пилонепроникної тканини	12	21
2. Комбінезон бавовняний з кислотно захисним насиченням	12	5
3. Рукавиці комбіновані	6	22

4. Фартух прогумований	6	12
5. Чоботи гумові	24	12
6. Окуляри захисні	—	26
7. Респіратор РУ-60М	—	12

4.5.Конструкторська розробка по вимогам безпеки

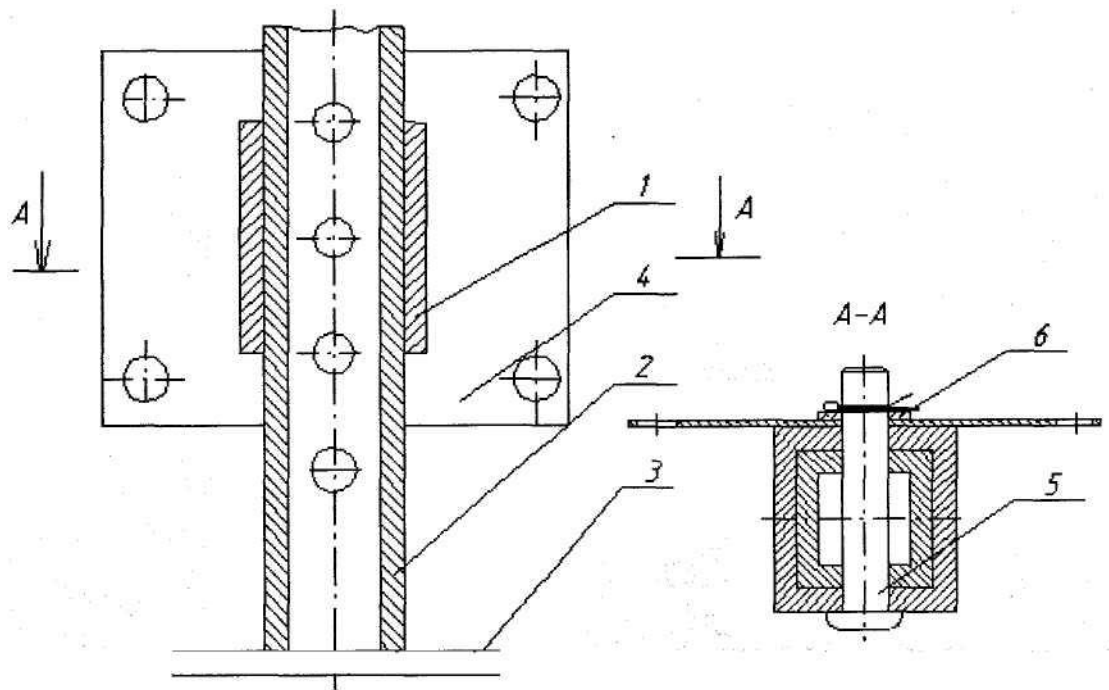


Рисунок 4.2 - Опора агрегату для передпосівного обробітку ґрунту 1 – тримач; 2 – стояк; 3 – пластина; 4 – кріпильна пластина; 5 – палець; 6 – шайба.

Опора, приведена на рисунку 5.2 призначена для утримання агрегату для передпосівного обробітку АПО-4,2 при його зберіганні, заміні опорних підшипників на барабанах, робочих органів, а також при технічному обслуговуванні і очищенні робочих органів.

Принцип роботи полягає в наступному: гідросистемою трактора агрегат АПО-4,2 піднімається в транспортне положення. Стояком 2 відносно тримача 1, що приварений до кріпильної пластини 4 яка прикручується до рами

агрегату, виставляється потрібна висота робочих органів і фіксується пальцем 5. Даний пристрій винесено на аркуш 8 графічної частини.

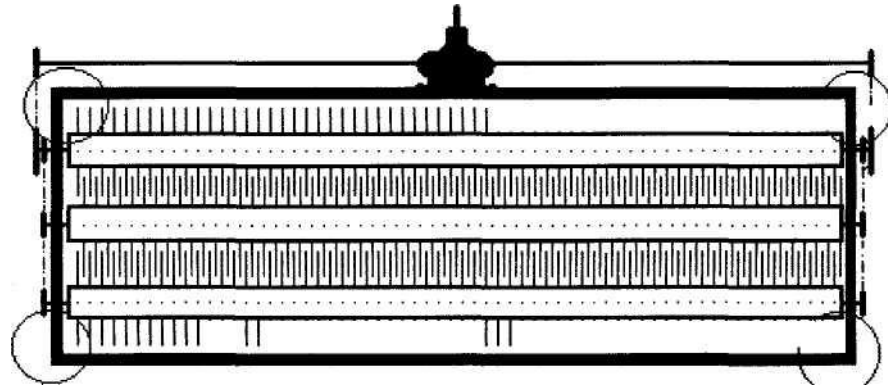


Рисунок 4.3 - Схема агрегату для передпосівного обробітку ґрунту.

На рисунку 4.3 кружечками показано місця встановлення опор безпосередньо на агрегаті.

Дані пристосування служать для запобігання нещасних випадків і травматизму при обслуговуванні агрегату.

5 Техніко-економічні показники дипломного проекту

5.1 Розрахунок економічних показників виробництва кукурудзи на зерно.

Спочатку визначаємо затрати грошових коштів. На виробництво кукурудзи на зерно на площі 540 га по формулі:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{зн}} + C_{\text{а}} + C_{\text{то}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{п}} + C_0 + C_{\text{м}} + C_{\text{я}} + C_{\text{з}} + C_{\text{ав}} + C_{\text{ел}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{нр}} \quad (5.1)$$

де $C_{\text{з.п}}$ – розходи на заробітну платню (основну та додаткову), грн.;

$C_{\text{а}}$ – амортизаційні відрахування, грн.;

$C_{\text{то}}$ – затрати на технічне обслуговування та поточні ремонти, грн.;

$C_{\text{пмм}}$ – вартість палево-мастильних матеріалів, грн.;

$C_{\text{п}}$ – вартість посівного матеріалу, грн.;

C_0 – вартість органічних добрив, грн.;

$C_{\text{м}}$ – вартість мінеральних добрив, грн.;

$C_{\text{я}}$ – вартість ядохімікатів, грн.;

$C_{\text{г}}$ – вартість гербіцидів, грн.;

$C_{\text{ав}}$ – затрати на авто послуги, грн.;

$C_{\text{ел}}$ – вартість електроенергії, грн.;

$C_{\text{пр}}$ – інші прямі розходи, грн.;

$C_{\text{нр}}$ – накладні витрати (загальногосподарські та загально виробничі), грн.

З перерахованих затрат, заробітна плата, амортизація, затрати на технічне обслуговування та ремонт, вартість ПММ являють непрямі експлуатаційні затрати на роботу машинно-тракторного парку.

Беремо їх з технологічної карти:

$$C_{\text{пр.експл}} = 187664,23 \text{ грн}$$

Вартість матеріалу визначаємо по формулі:

$$C_n = U_n \cdot F \cdot C \quad (5.2)$$

де U_n – норма висіву кукурудзи, т/га;

F – площа посіву, га;

C – ціна посівного матеріалу, грн/ц.

$$C_n = 0.045 \cdot 540 \cdot 1400 = 34020.0 \text{ грн}$$

Вартість органічних добрив визначаємо наступним чином:

$$C_0 = U_0 \cdot F \cdot C_0 \quad (5.3)$$

де U_0 – норми внесення органічних добрив, т/га;

C_0 – ціна органічних добрив, грн/ц;

$$C_0 = 40 \cdot 540 \cdot 4 = 86400.0 \text{ грн}$$

Вартість мінеральних добрив визначаємо по формулі:

$$C_m = (\sum U_{ам} \cdot F) \cdot C_{ам} + (\sum U_{сф} \cdot F) \cdot C_{сф} + (\sum U_{кc} \cdot F) \cdot C_{кc} \quad (5.4)$$

де $U_{ам}, U_{сф}, U_{кc}$ – норми внесення мінеральних добрив (аміачної селітри, суперфосфату подвійного та калійної солі) при підживленнях, т/га;

$C_{ам}, C_{сф}, C_{кc}$ – ціна мінеральних добрив (аміачної селітри, суперфосфату подвійного та калійної солі), грн/ц.

$$C_m = (6,95 \cdot 540) \cdot 420 + (5,43 \cdot 540) \cdot 450 + (6,03 \cdot 540) \cdot 400 = 4198,23 \text{ грн}$$

Вартість ядохімікатів визначаємо за наступною формулою:

$$C_y = U_y \cdot F \cdot C_y \quad (5.5)$$

де U_y – норми внесення ядохімікатів, т/га;

C_y – ціна ядохімікатів, грн./л;

$$C_y = 0.032 \cdot 540 \cdot 850 = 14688.0 \text{ грн}$$

Вартість гербіцидів буде такою:

$$C_r = U_r \cdot F \cdot C_r \quad (5.6)$$

де U_r – норма внесення гербіцидів т/га;

C_{Γ} – ціна гербіцидів, грн/ц.

$$C_{\Gamma} = 0.042 \cdot 540 \cdot 680 = 16524.0 \text{ грн}$$

Вартість автопослуг визначається за формулою:

$$C_{ав} = Q_{гр} \cdot L_{гр} \cdot C_{т.км} \quad (5.7)$$

де $Q_{гр}$ – об'єм вантажу, що перевозиться, т;

$L_{гр}$ – відстань перевезення, км;

$C_{т.км}$ – собівартість 1 т. км, грн.

$$Q = 14566.5 \text{ т}$$

$$C_{ав} = 14566.5 \cdot 4.5 \cdot 0.8 = 52439.4 \text{ грн}$$

Вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$C_{ел} = N_H \cdot T_p \cdot C_{елек} \quad (5.8)$$

де N_H – Потужність електродвигуна, кВт;

T_p – час роботи електродвигуна, год;

$n_{ел.дв}$ – кількість електродвигунів, що працюють;

$C_{елек}$ – вартість 1 кВт/год електроенергії, грн.

$$C_{ел} = 2.5 \cdot 4138.3 \cdot 0.17 \cdot 13 = 22864.11 \text{ грн}$$

Інші витрати по господарству будуть складати 1,5% від суми вище перерахованих витрат коштів:

$$C_{пр} = 1339180,0 \cdot 0,15 = 14750 \text{ грн}$$

Накладні витрати по господарству будуть 35% від суми заробітної плати, амортизації та поточних ремонтів. Цю суму можна визначати, як різницю прямих експлуатаційних затрат та вартості ПММ:

$$C_{пмм} = Q_{пмм} \cdot C_k \quad (5.9)$$

де $Q_{пмм}$ – потреби основного палива, $Q_{пмм} = 47445,6$ кг;

C_k – комплексна ціна 1 кг основного палива, грн.

$$C_{пмм} = 47445,6 \cdot 70 = 2372280 \text{ грн}$$

$$\Sigma = 187664,23 - 118614,3 = 69049,93 \text{ грн}$$

$$C_{н.р} = 0,35 \cdot 69049,93 = 24167,48 \text{ грн}$$

Тепер загальні розрахунки будуть такі:

$$C_{\text{заг}} = 187664,23 + 34020,0 + 4198,23 + 14688,0 + 16524,0 + 52439,4 + 86400,0 + 22864,11 + 118614,3 + 24167,48 + 20087,7 = 581667,45 \text{ грн}$$

Визначимо собівартість продукції в залежності:

$$C_{\text{прод}} = \frac{C_{\text{заг}}}{B_{\text{пр}}} \quad (5.10)$$

де $B_{\text{пр}}$ – валовий збір продукції по проекту, т.

$$C_{\text{прод}} = \frac{581667,45}{2160} = 269,3 \text{ грн / т}$$

Визначимо прибуток на 1 т. зерна:

$$\Pi_{\text{м}} = C_{\text{зак}} - C_{\text{прод}} \quad (5.11)$$

де $C_{\text{зак}}$ – закупівельні ціна продукції, грн.

$$\Pi_{\text{м}} = 350 - 269,3 = 80,7 \text{ грн}$$

Рівень рентабельності визначимо за формулою:

$$Y_p = \frac{\Pi_{\text{м}}}{C_{\text{прод}}} \cdot 100 \quad (5.12)$$

$$Y_p = \frac{80,7}{269,3} \cdot 100 = 29,9\%$$

5.2 Економічна ефективність від комплексної механізації виробництва кукурудзи на зерно.

Затрати праці при виробництві кукурудзи на зерно визначаємо за формулою: 3 розрахунку на 1 тону:

$$T_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{заг}}}{B_{\text{пр}}} \quad (5.13)$$

де $T_{\text{заг}}$ – загальні затрати праці, год

$$T_{np} = \frac{10553,3}{2160} = 4,88 \text{ год} / \text{м}$$

З розрахунку на 1 гектар:

$$T_{np} = \frac{T_{заг}}{F} \quad (5.14)$$

$$T_{np} = \frac{10553,5}{540} = 19,5 \text{ год} / \text{м}$$

Щільність механізованих робіт:

$$П_{мех} = \frac{\Omega}{F} \quad (5.15)$$

де Ω – об'єм робіт в ум.єт.га;

F – площа посіву, га.

$$П_{мех} = \frac{3627,3}{540} = 6,71$$

Річну економію на собівартості продукції визначаємо по формулі:

$$E_p = (C_{\phi} - C_m) \cdot B_{np} \quad (5.16)$$

де C_{ϕ} – собівартість за минулий рік, грн/т.

$$E_p = (285,1 - 269,3) \cdot 2160 = 34528,0 \text{ грн}$$

Для виробництва кукурудзи на зерно в господарстві необхідно додатково придбати техніку. Потреба додаткової техніки приведена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Перелік техніки яку необхідно додатково придбати.

Найменування машини	Марка машини	Кількість, шт.	Ціна, грн.
Оприскувач	ОПШ-15	1	18000
Сівалка	СУПН-12	1	38600
Культиватор	КРН-4,2	1	21400
Всього			68000

Значить вартість додаткових капіталовкладень буде дорівнювати 68000 грн. Строк окупності додаткових капіталовкладень визначаємо по формулі:

$$T_{ок} = \frac{\Delta K}{E_p} \quad (5.17)$$

де ΔK – вартість додаткових капіталовкладень, грн.

$$T_{ок} = \frac{68000}{34528} = 1,97 \approx 2 \text{ роки}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.2, 5.3

Таблиця 5.2

Показники виробництва кукурудзи на зерно за проектом.

Показники	Значення показників
Площа посіву, га	540
Урожайність основної продукції, м/га	4
Валовий збір: основної продукції; т	2160
Кількість механізованих робіт, ум.ет.га/га.	6,1
Затрати праці; год/га.	19,5
Затрати праці; год/т.	4,88
Собівартість продукції, грн/т	269,3
Рентабельність, %	29,9

Таблиця 5.3

Показники ефективності комплексної механізації виробництва кукурудзи на зерно.

Показники	Існуючі	Зараховані	Проект в % до існуючи
Площа посіву, га	540	540	100
Затрати праці, год/т.	5,2	4,88	93
	15	19,5	130
Собівартість продукції, грн/т	285,1	2690,2	94
Рентабельність, %	117	29,9	87
Річна економія на собівартості продукції, грн.	-	345280	-
Вартість додаткових капіталовкладень, грн.	-	680000	-
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	-	1,97	-
Строк окупності конструктивної розробки, місяців	-	10	-

Дані економічні розрахунки винесені на аркуш графічної частини.

Результати цих розрахунків підтверджують потребу застосування в господарстві інтенсивної технології виробництва кукурудзи на зерно, що дає можливість відразу ж мати високу рентабельність виробництва цієї культури та високого рівня механізації за рахунок використання певного комплексу машин.

Висновки та пропозиції

У результаті виконання дипломного проєкту проведено комплекс технологічних, конструкторських та техніко-економічних досліджень, що дозволяє сформулювати такі висновки:

1. Проведений аналіз сучасного стану виробництва кукурудзи на зерно в господарстві, а також вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду вирощування культури підтвердили можливість отримання високих і стабільних урожаїв за умови впровадження сучасних технологічних рішень та раціонального використання технічних засобів.

2. Запропонований комплекс машин для виконання технологічних операцій повністю відповідає вимогам сучасних ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій вирощування кукурудзи на зерно.

3. Встановлено, що найбільш ефективною формою організації виробництва є використання спеціалізованої механізованої ланки, яка забезпечує своєчасне та якісне виконання всіх агротехнічних заходів. У межах проєкту виконано обґрунтування конструкції ґрунтообробного агрегату для передпосівного обробітку ґрунту, визначено його основні параметри та доведено доцільність застосування в умовах господарства.

4. Результати техніко-економічних розрахунків свідчать про економічну ефективність запропонованої конструктивної розробки та комплексу заходів із механізації виробничих процесів. Впровадження проєктних рішень дозволяє підвищити продуктивність праці, покращити якість виконання технологічних операцій і знизити виробничі витрати.

Для практичної реалізації запропонованих рішень у господарстві доцільно здійснити такі заходи:

1. Організувати спеціалізовану механізовану ланку з вирощування кукурудзи на зерно, залучивши до її складу найбільш кваліфікованих механізаторів.
2. Забезпечити ланку необхідним машинно-тракторним парком шляхом ефективного використання наявної техніки та придбання рекомендованих високопродуктивних машин.
3. Провести підготовку персоналу щодо особливостей сучасної технології вирощування кукурудзи, правил експлуатації техніки та вимог охорони праці.
4. Розробити операційно-технологічні карти для всіх видів механізованих робіт відповідно до прийнятої технології вирощування культури.
5. Удосконалити систему матеріального стимулювання працівників, пов'язавши рівень винагороди з якістю та результатами виконаних робіт.

Отже, виконана розробка та обґрунтування конструктивних параметрів ґрунтообробного агрегату для передпосівного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно є технічно доцільними та економічно виправданими. Запропоновані рішення можуть бути рекомендовані до впровадження у виробничих умовах з метою підвищення ефективності вирощування культури та покращення техніко-економічних показників господарства.

Література

1. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В. та ін. Сільськогосподарські машини : підручник / за ред. Д.Г. Войтюка. Київ : Агроосвіта, 2015. 679 с.
2. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / за ред. Д.Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2004. 544 с.
3. Головчук А.Ф., Марченко В.І., Орлов В.Ф. Машини сільськогосподарські. Київ : Грамота, 2005. 575 с.
4. Головчук А.Ф., Марченко В.І., Орлов В.Ф. Комбайни зернозбиральні. Київ : Грамота, 2005. 318 с.
5. Якунін О.П., Заверталюк В.Ф., Губар О.В., Окселек О.М. Кукурудза харчова: монографія. Дніпро : ДДАЕУ, 2023. 198 с. URL: https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/8459/1/iakunin_op_zavertaliuk_vf_gubar_ov_ta_in_kukurudza_kharchova.pdf
6. Експлуатація машин і обладнання : електронний підручник / НУБіП України. Київ, 2020.
URL:https://evgivanov.github.io/expl_html_book/book/part3/tema3-7.html
7. Гаврилюк Г.Р., Живолуп Г.І. та ін. Технологічна наладка та усунення несправностей сільськогосподарських машин. Київ : Урожай, 1988. 253 с.
8. Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Остапчук Р.В. Сучасний стан виробництва кукурудзи в Україні. Таврійський науковий вісник. 2024. № 139. Ч. 2. С. 182–190. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/139_2024/part_2/24.pdf
9. Дацько О.М., Захарченко Е.А. Особливості впливу основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи. Вісник аграрної науки. 2022. URL: <https://www.researchgate.net/publication/361994912>

10. Лень О.І., Тоцький В.М., Гангур В.В., Єремко Л.С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 2. С. 52–58. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.06
11. Маренич М.М., Ласло О.О., Драч В.С. Адаптивні властивості гібридів кукурудзи до несприятливих кліматичних умов. Зрошуване землеробство. 2024. № 82. С. 43–47. DOI: 10.32848/0135-2369.2024.82.7
12. Ефективність комплексного удобрення в технології вирощування кукурудзи. Український журнал природничих наук. 2025. URL: <https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/268>
13. Рейхард М.М. Механізація вирощування кукурудзи на зерно з модернізацією кукурудзозбирального комбайна : кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 208 «Агроінженерія». Кропивницький : ЦНТУ, 2023. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/7f372268-2b8d-42ae-893f-9d01bb56658c>
14. Wang L.-Q., Yu X.-F., Gao J.-L. et al. Regulation of tillage on grain matter accumulation in maize. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. Article 1373624. DOI: 10.3389/fpls.2024.1373624. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2024.1373624/full>
15. Feng X., Ma D., Lei T. et al. Subsoil tillage improved the maize stalk lodging resistance under high planting density. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. Article 1396182. DOI: 10.3389/fpls.2024.1396182. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2024.1396182/full>
16. Gao H., Abbas S., Li Y. et al. Effect of planting methods and tillage practices on soil health and maize productivity. *Frontiers in Plant Science*. 2024. PMC11578738. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11578738/>

17. Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. International Journal of Environmental Studies. 2024. DOI: 1080/00207233.2024.2320032
18. Wu J. Traditional vs. Modern Maize Cultivation Practices: A Comparative Study. Field Crop. 2024. URL: <https://cropscipublisher.com/index.php/fc/article/html/3943/>
19. Soil fertility differences due to tillage methods modulate maize yield formation at different planting densities. Scientific Reports. 2025. Vol. 15. Article 85924. DOI: 10.1038/s41598-025-85924-0. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-85924-0>
20. Breeding progress is a major contributor to improved regional maize water productivity. Scientific Reports. 2025. Vol. 15. Article 96534. DOI: 10.1038/s41598-025-96534-1. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-96534-1>
21. Effects of different tillage methods on soil properties and maize seedling growth in alternating wide and narrow rows rotation mode. Geoderma. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706124003495>
22. Impact of crop management practices on maize yield: Insights from farming in tropical regions and predictive modeling using machine learning. Smart Agricultural Technology. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154324004290>
23. Marenych M., Koba K., Hanhur V. et al. Effectiveness of urea-ammonia mixtures for fertilisation of maize (*Zea mays* L.) mother plants under conditions of unstable moisture. Chinese Science Bulletin. 2024. Vol. 69. Issue 04. P. 1657–1669.
24. ДСТУ 4525:2006. Кукурудза. Технічні умови. [Чинний від 2007-04-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 10 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73139

25. ДСТУ 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначання якості. [Чинний від 2004-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
26. ДСТУ 2422-94. Зерно заготівельне і постачальне. Терміни та визначення. [Чинний від 1995-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2004. 26 с.
27. ГОСТ 30483-97. Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей. [Чинний від 1998-07-01]. Мінськ, 1997. 13 с.
28. ГОСТ 29305-92 (ИСО 6540-80). Кукуруза. Метод определения влажности. [Чинний від 1993-01-01]. Москва, 1992. 6 с.
29. Технологія вирощування кукурудзи на 2026. Агроексперт-Трейд : веб-сайт. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyrashchivaniya-kukuruzy> (дата звернення: 27.02.2026).
30. Вирощування кукурудзи 2026: від підготовки ґрунту до врожаю. Eridon: веб-сайт. URL: <https://www.eridon.ua/tehnologiya-viroschuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 27.02.2026).
31. Технологія вирощування кукурудзи. Syngenta Україна : веб-сайт. URL: <https://www.syngenta.ua/en/news/kukurudza/tehnologiya-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 27.02.2026).
32. Вирощування кукурудзи: повна технологія. Superagronom : веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/articles/367-viroschuvannya-kukurudzi-povna-tehnologiya> (дата звернення: 27.02.2026).
33. Кукурудза на зерно — основи агрономії. MAS Seeds Україна : веб-сайт. URL: <https://www.masseeds.ua/кукурудза-на-зерно-основи-агрономії/> (дата звернення: 27.02.2026).

34. Технологія вирощування кукурудзи. Ясон Агро : веб-сайт. URL: <https://yason-agro.com/articles/70-v-corn> (дата звернення: 27.02.2026).

35. Вплив основного обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи. Kurkul : веб-сайт. URL: <https://kurkul.com/blog/511-vpliv-osnovnogo-obrobitku-gruntu-na-uroжайnist-kukurudzi> (дата звернення: 27.02.2026).

36. Особливості вирощування кукурудзи на зерно у степовій зоні. Пропозиція : веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyi-vyroshchuvannya/osoblyvosti-vyroshchuvannya-kukurudzy-na-zerno-u-stepoviy> (дата звернення: 27.02.2026).

ДОДАТКИ

Додаток А

Технологічна карта (кукурудзи на зерно)

№	Операция	Агрот.	Всего	Агротех	Дни раб.	Пр- дана	Трактор	Система	Машина	Раб.	Вит. раб.	Норма	Вар. агр.	Гра	Нпр	Нест	Нмех	Нмех	Нпр	Гру	Кван	Нпр	Ноблн	Сушн	Час	Куч. тр	
1	Лущение ст.	6-8см	250,0	17-2407	7	14	7	Т-150К	КДТ-7	1			30,5	427,0	4,8	1	0	1	1	0	1200,0	0,23	57,5	62,65	5135,2	57	1,65
2	Лущение ст.	10-12	250,0	27/07-3/08	7	14	7	Т-150К	КДТ-7	1	0		28,4	397,6	5,4	1	0	1	1	0	1350,0	0,25	62,5	62,65	5515,0	62	1,65
3	Лущение	12-14	250,0	15-21/09	7	14	7	Т-150К	ППД-10-25	1			16,9	236,6	8,0	2	0	2	2	0	2000,0	0,41	102,5	40,35	7300,3	104	1,65
4	Прогр. мин. ул.		74,8	20-21/10	2	7	7	ЮМЗ-46	АНР-20	1	2	98	196,0	0,6	1	0	1	1	1	2	44,9	0,21	15,7	30,55	233,2	5	0,6
5	Сист. мин. ул.		74,8	20-21/10	2	7	7	МТЗ-80	СРЗ-20	1		140	280,0	0,72	1	0	1	1	0	0	53,9	0,05	3,7	30,55	163,2	4	0,7
6	Внесение ул.		74,8	20-21/10	2	7	7	МТЗ-80	ПРМГ-4	1	0	30	60,0	1,7	2	0	2	2	0	0	127,2	0,23	17,2	39,45	983,6	17	0,7
7	Впашка	25-27	250,0	20-22/10	3	14	7	Т-150К	ППД-6-35	1		8,8	52,8	13,8	5	0	5	5	0	0	3450,0	0,80	200,0	53,3	15142,0	199	1,65
8	Снегозадержание		250,0	15-16/01	2	7	7	Т-150К	СНЗ-2,6	1	0	48,5	97,0	1,9	3	0	3	3	0	0	475,0	0,14	35,0	56,42	2908,2	36	1,65
9	Боронавание		250,0	1-3/04	3	10	7	Т-150	СТ-21	З-БКС-1,0	1		110	462,0	1,1	1	1	7	1	0	275,0	0,06	15,0	53,14	1207,7	16	1,65
10	Шлейфование		250,0	4-5/04	2	14	7	ДТ-75М	С18А	НВР-2,5	1	0	62,4	249,6	1,3	2	2	14	2	0	325,0	0,11	27,5	29,48	1101,1	28	1,1
11	Преслов. культи.	5-6см	250,0	5-7/04	3	10	7	Т-150	С-11У	КПС-4	1		37,4	157,1	3,5	2	2	4	2	0	875,0	0,19	47,5	45,52	3042,8	47	1,65
12	Погружка семян		87,3	5-7/04	3	10	7	ЮМЗ-46	ЛЗ-0,8	1		60	252,0	0,72	1	0	1	1	1	0	629,0	0,12	10,5	29,46	385,0	10	0,6
13	Транспортировка семян		87,3	5-7/04	3	10	7		УЗСА-40	1	0	36,4	152,9	0	1	0	1	1	1	0	0,0	0,19	16,6	20,28	404,9	17	0
14	Посев		250,0	5-7/04	3	10	7	Т-150	С-11У	СНП-3,6	1	3	41,5	174,3	4,3	2	2	6	2	0	1075,0	0,67	167,5	132,95	1009,0	42	1,65
15	Прокатывание		250,0	5-7/04	3	10	7	ДТ-75М	СТ-21	ЖКШ-6А	1	0	52,8	221,8	1,4	2	2	10	2	0	350,0	0,13	32,5	61,0	2808,3	33	1,1
16	Транспортировка воды		74,8	8-9/04	2	7	7	Т-150К	РКТ-8	1		12	24,0	3,7	4	0	4	4	0	0	276,8	0,58	43,4	75,1	4801,2	44	1,65
17	Пр. гербицидом		74,8	8-9/04	2	6	6	МТЗ-80	СТК-5	1	2	70	140,0	0,73	1	0	1	1	1	2	54,6	0,26	19,4	30,55	326,4	6	0,7
18	Тр. гербицидом		74,8	8-9/04	2	6	6	Т-150	РКТ-8	1		12	24,0	3,7	4	0	4	4	0	0	276,8	0,59	37,4	75,1	4801,2	37	1,65
19	Опрыскивание		250,0	8-9/04	2	6	6	МТЗ-80	ОПШ-15	1		37	74,0	0,6	4	0	4	4	0	0	150,0	0,16	40,0	30,55	2064,2	41	0,7
20	Боронавание		250,0	9-10/04	2	10	10	Т-150	СТ-21	З-БКС-1,0	1		90	252,0	1,0	1	1	7	1	0	250,0	0,8	20,0	53,14	1476,1	19	1,65
21	Боронавание		250,0	17-18/04	2	10	10	Т-150	СТ-21	З-БКС-1,0	1	0	90	250,0	1,0	1	1	7	1	0	250,0	0,8	20,0	53,14	1476,1	19	1,65
22	Транспортировка воды		74,8	10-11/06	2	7	7	Т-150К	РКТ-8	1		12	24,0	3,7	4	0	4	4	0	0	276,8	0,58	43,4	75,1	4801,2	44	1,65
23	Пр. р-ва хлором.		74,8	10-11/06	2	6	6	МТЗ-80	СТК-5	1	2	70	140,0	0,73	1	0	1	1	1	2	150,0	0,26	19,4	30,55	326,4	6	0,7
24	Тр. р-ва хлором.		74,8	10-11/06	2	6	6	Т-150К	РКТ-8	1		12	24,0	3,7	4	0	4	4	0	0	1150,0	0,59	37,4	75,1	4801,2	37	1,65
25	Опрыскивание		250,0	10-11/06	2	6	6	МТЗ-80	ОПШ-15	1	0	37	74,0	0,6	4	0	4	4	0	0	2000,0	0,16	40,0	30,55	2064,2	41	0,7
26	Семпание		250,0	2-4/07	3	14	14	СТ-5	ЖРП-4,2	1	1	4,2	25,2	4,6	10	0	10	10	10	10	1375,0	3,33	82,5	138,15	82232,1	417	0
27	Обработка почвы		250,0	6-9/07	4	14	14	СТ-5	ПВН-5	1	1	7	56,0	8,0	5	0	5	5	5	5	1500,0	2,40	500,0	128,06	65785,7	250	0
28	Тр. соломы		1250,0	6-9/07	4	14	14	МТЗ-80	2ПТС-4-887	1		37	296,0	1,1	5	0	5	5	0	0,0	0,19	237,5	27,23	9899,3	236	0,7	
29	Сардощение		1250,0	6-9/07	4	14	14	ЮМЗ-46	ПВН-0,5	1	5	25	200,0	1,2	7	0	7	7	35	150,0	1,68	2100,0	36,17	1085,0	350	0,6	
30	Транспортировка жидк.		1050,0	6-9/07	4	14	14		СА3-3503	1	0	36,4	291,2	0	4	0	4	4	0	0	276,0	0,19	195,5	19,25	5552,9	202	0



Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра ЕМТП

Ілюстративний матеріал

до захисту дипломного проекту на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за
освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» зі спеціальності 208
«Агроінженерія»

**на тему: Підвищення ефективності механізованого обробітку ґрунту шляхом
вдосконалення конструкції агрегату роторного АПО4,2
з розробкою технологічної карти вирощування кукурудзи на зерно за
енергозберігаючої технологією**

Здобувач Немировський

I.

Науковий керівник,
доцент

Макаренко Д.О.
Дніпро-2026

