УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Дідур В.В.
“___” _____ 2026 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Проєктування операційної технології основного обробітку ґрунту з модернізацією плуга»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 41-ім
Спеціальність Н7
«Агроінженерія»
Олексій ГОЛОВЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Умань – 2026

ЗМІСТ

	Вступ	4
1.	Характеристика умов та технології вирощування культури	5
1.1	Природно-господарчі умови та напрямки господарської діяльності	5
1.2	Виробничо-технічна характеристика господарства	8
1.3	Технічна експлуатація машин	9
1.4	Показники господарської діяльності	9
2	Розрахунок складу та планування роботи МТП	11
2.1	Планування роботи МТП	11
2.2	Визначення кількісного складу тракторного парку	11
2.3	Технічне забезпечення роботи машин	13
3	Розробка конструкції МТА для оранки з одночасним внесенням мінеральних добрив	19
3.1	Ознайомлення з існуючими конструкціями та їх порівняльна характеристика	19
3.2	Призначення машини та область застосування, агротехнічні та економічні вимоги, висунуті конструкції	19
3.3	Технічна характеристика пристосування	20
3.4	Розрахунок на міцність, кінематичний розрахунок, підтверджуючі працездатність і надійність	20
3.5	Висновки по розділу	26
4	Охорона праці та довкілля	27
4.1	Аналіз стану охорони праці в умовах фермерського господарства	27
4.2	Загальна характеристика операції і нормативні вимоги безпеки при її здійсненні	30
4.3	Виявлення й ідентифікація потенційних небезпек операції	33
5	Техніко-економічне обгрунтування розробок	34
5.1	Забезпеченість МТП та механізаторами	34
5.2	Середньорічний та середньодобовий на робіток	35
5.3	Загальні питомі витрати	37
5.4	Коефіцієнт змінності та використання	38
	Висновки	42
	Список використаних джерел	43

ВСТУП

Повне забезпечення населення України сільськогосподарською продукцією власного виробництва — це не просто технічне завдання галузі, а фундаментальна складова національної безпеки й запорука справжньої економічної незалежності. Коли наша земля дає достатньо хліба, м’яса, молока, овочів і фруктів для кожної громади й кожної родини, держава стає менш вразливою до зовнішніх потрясінь: коливань цін на світових ринках, торгових ембарго чи геополітичних маніпуляцій. Самодостатність у продуктах харчування — це також запобіжник соціальних криз, фактор стабільності цін і запорука громадського спокою.

Досягнення повного забезпечення — справа системних рішень, що поєднують державну стратегію й приватну ініціативу. Потрібні масштабні інвестиції в модернізацію аграрного сектора, відновлення переробних потужностей, розвиток логістики та зберігання, створення ефективних ринкових ланцюгів від поля до столу. Водночас необхідна підтримка невеликих і середніх фермерських господарств, спрямована кредитна політика, податкова мотивація та прозорий доступ до земельних і водних ресурсів. Інфраструктура переробки і локальна додана вартість мають вирішальне значення: експорт сировини слід змінювати на експорт готових продуктів.

Інновації та сталий розвиток — другий критичний вимір. Цифрове землеробство, точні системи внесення добрив, дренажні й зрошувальні технології, відновлювальні джерела енергії та екологічні практики — усе це підвищує продуктивність без нищівних втрат природи. Оснащення фермерів сучасними знаннями, доступ до агрономічних сервісів і аналітики дозволяють максимально ефективно використовувати наявні ресурси й мінімізувати залежність від імпортних технологій і матеріалів.

Нарешті, ключ у людях і в суспільних інститутах: освічені аграрії, конкурентоспроможні підприємства переробної галузі, прозорі правила гри на ринку, захист прав власності та довіра споживачів до вітчизняної продукції. Інвестиції в аграрну освіту, наукові розробки й підтримку молодих фермерів створюють довготривалу основу для зростання. Інтегруючи ці складові в єдину державну політику, Україна не лише забезпечить своїх громадян продуктами, а й зміцнить фундамент власної суверенності, економічної стійкості та міжнародної впевненості.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Природно-господарські умови та напрямки діяльності

Територія господарства розташована в першому агрокліматичному районі області, клімат помірно – жаркий, засушливий.

Середньорічна кількість опадів складає – 430 мм, середньо місячна – 90мм.

Територія господарства знаходиться в ерозійно-небезпечній зоні. Характеризується малою кількістю опадів, високою температурою повітря, високим рівнем випаровування.

Територія представлена південним чорноземом із значною потужністю грунтового профілю, добрим гумусоформуванням і задовільними водно-фізичними властивостями.

Основними культурами господарства є: озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза, соняшник, горох.

Суховії в цій зоні надзвичайно часті, настає грунтова та атмосферна засуха, що приносить запалення дозріваючих хлібів.

Переважними вітрами у цій зоні є північно-східні, влітку – східні та південно південно-східні. Середня швидкість вітрів складає 10-12 метрів за секунду.

Рельєф території грунтокористування господарства взагалі має водно-ерозійний тип, який включає в себе підтипи: широкохвильовий та плоскорівнинний. Широкохвильовий підтип рельєфу характерний для східної частини господарства.

Особливістю даного підтипу є ті обставини, що міжбалочні водорозділи широкі з добре вираженим плато. Схили виражені чітко взагалі, рівні, переважно пологі 12-13 %.

Остання частина території грунтокористування має плоскорівнинний підтип рельєфу.

На території господарства виділено два грунтових різновидів, котрі були об’єднані в класи та підкласи землепридатності.

На території господарства існують такі грунти: 1) темно-каштанові слабосолонцюваті в комплексі з чорноземами південними слабо-солонуватими; 2) темно-каштанові слабосолонцюваті, середньозмитий грунт в комплексі з чорноземом південно-слабосолонцюватим; 3) Темно-каштанові слабо-солонцюваті грунти; 4) темно-каштанові слабосолонцюваті середньо та сильно змиті грунти.

Землевикористання господарства складається з трьох відділень. Це відповідає організації території землевикористання на перспективу.

Прийняті схеми сівозмін розроблені з врахуванням найкращої організації виробничих процесів і виконання завдань по виробництву сільськогосподарської продукції.

Територія господарства розміщена у зоні теплого та засушливого клімату. Кліматичні умови цієї зони характеризуються зниженою кількістю атмосферних опадів, нерівномірним розподілом їх по періоду року, високим температурним режимом, низькою відносною вологістю повітря, особливо у найбільш критичні періоди росту та розвитку рослин.

Кількість випадаючих опадів у році характеризуються слідуючими показниками.

Таблиця 1.2 – Середньомісячна та середньорічна кількість опадів, мм

Місяць / Показн.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Середньорічне
Середнє багаторічне	31	27	23	27	38	46	43	37	26	27	30	33	32,3
За 2025 рік	18,4	39,4	20,2	72,4	23,6	165,5	25,2	56,7	14,6	14,6	60,9	26,9	43,6

Найбільша кількість опадів випадає у жаркі літні місяці, коли велике випаровування. Мінімум опадів приходиться на серпень та вересень. У травні, в період, коли рослина потребує опадів, їх випадає мало. Ця обставина показує сильне заперечення до розвитку олійних культур, тому що не в змозі виправити несприятливі наслідки сухої весни.

Середньорічна температура повітря дорівнює 9,3 ^{o}C.

Таблиця 1.3 – Середньомісячна та середньорічна температура повітря, ^{o}C

Місяць / Показн.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Середньо-річне
Середнє багаторічне	-4,5	-3,8	2,1	8,4	16,2	20,1	23,0	22,0	16,6	10,1	3,3	-1,5	9,3
За 2025 рік	-4,3	-2,8	1,9	8,6	15,2	19,6	22	22,3	16,3	9,1	3,2	-2,0	9,1

Найбільш жаркими місяцями є липень та серпень з середньомісячною температурою 22,3 ^{o}C. В окремі роки температура може підвищуватись до 35 ^{o}C. Самі холодні місяці - січень та лютий з середньою температурою -4,2 ^{o}C.

Перші морози спостерігаються зазвичай у лютому місяці, останні у березні.

1.2 Виробничо технічна характеристика господарства

Таблиця 1.1 – кількість сільськогосподарської техніки

Технічний засіб		Кількість		Балансова вартість
Вид	Марка машини	Фіз.	Еталон.	
Трактори:	ДТ-75М	1	1.1	57520
	Т-150К	1	1,65	200100
	ЮМЗ-6Л	1	0.6	62000
Всього за тракторами:		3	3.35	319620
Борони:	БЗСС-1,0	50	-	18000
Жатка:	ЖРБ-4,2	1	-	20140
Зчіпка:	СП-16А	2	-	29040
	С-11У	1	-	9600
Лущильник:	ЛДГ-15А	1	-	47000
	ЛДГ-5А	1	-	24560
Навантажувач тракторний:	Д-606	1	-	4740
	ПЕА-1,0А	1	-	7650
Обприскувач:	ПОМ-630-2	1	-	27500
Плуги:	ПЛН-3-35	1	-	4140
	ПЛН-5-35	2	-	17640
Причепи:	2ПТС-40	6	-	111000
	2ПТС-4	4	-	33600
Розкидачі добрив:	МВУ-900	1	-	64000
	МВУ-5	1	-	42480
Культиватори:	КПС-4	5	-	35400
	КРН-5,6	2	-	46200
Котки:	ЗККШ-6	6	-	70800
Сівалки:	СЗ-3,6А	4	-	81000
	СУПН-8А	2	-	63600
Всього с.г. техніки:		92		758090
Всього по МТП:		95		1077710

З приведених в таблиці 1.4 даних складу МТП можна зробити висновок, що господарство в цілому, достатньо укомплектовано машинами та знаряд-дями.

1.3 Технічна експлуатація машин

Діяльність підприємства пов’язана з сезонною активністю, отже пікова активність спостерігається з березня по травень і з вересня по жовтень. Це циклічне навантаження дає змогу в повній мірі підготувати техніку до роботи, провести технічне обслуговування, ремонт в період коли вона не використовується.

На території знаходиться ремонтна майстерня, що дозволяє вчасно і якісно проводити технічне обслуговування та ремонт тракторів та сільськогосподарської техніки. До роботи по обслуговуванню та ремонту техніки залучені кваліфіковані кадри, це а також достатня матеріальна база дає змогу проводити ремонт своїми силами, без залучення ремонтних підприємств.

1.4 Показники господарської діяльності та їх аналіз

Таблиця 1.5 – посівні площі господарства

Культура	Виділена площа,га.		
	2023	2024	2025
Ячмінь ярий	200	100	100
Пшениця озима	200	400	400
Горох	200	100	200

Кукурудза	-	200	-
Соняшник	200	200	300
Чорний пар	200	100	200

Таблиця 1.6 – показники використання тракторів

показник	2023	2024	2025 р.
1. Кількість умовних тракторів	2,33	5	3.35
2. наробіток на ет. трактор, ум.ет.га	640.6	583	660
3. Відпрацьовано машино змін за рік	195	260	315
4. Коефіцієнт змінності	1.5	1,5	1,6
5. обсяг механізованих робіт, ум.ет.га	1609	1750	2211,1
6. Витрати палива, кг./ум.ет.га	10,6	12,6	11,2

2 РОЗРАХУНОК СКЛАДУ ТА ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ МТП

2.1 Розрахунок необхідного складу та планування роботи МТП проводиться на підставі плану сівозмін та календарного плану вирощування культур. Загальна площа орної землі в господарстві складає 1200 га, що має 5 полів по 240 га із наступним чергуванням культур:

– озима пшениця,

– озима пшениця,

– горох, кукурудза на силос,

– соняшник,

– чорний пар.

Кожне поле має площу 240 га.

2.2. Визначення кількісного складу тракторного парку

Для цього необхідно визначити:

- Визначення обсягу j-ої роботи в фізичних одиницях: га, т, т·км

$$U_{фj} = F \cdot n_{пj} \cdot P_j, \qquad (2.1)$$

де $n_{пj}$ - кількість полів, на яких виконується j-та робота (див. гр. 3 Додаток А);

P_j - агротехнічний показник обсягу роботи: для польових робіт $P_j = 1$, для стаціонарних робіт $P_j = H_j$, а для транспортних робіт $P_j = H_j \cdot l_j$;

H_j - норма внесення (збору) технологічного матеріалу, т/га (див. гр. 4 кал. плану);

l_j - відстань транспортування при j-й роботі (див. гр. 4 кал. плану), км.

Так, для операції навантаження мінеральних добрив в транспортні засоби

$$U_{ф2} = 480 \cdot 1 \cdot 0.1 = 48 \text{ т.}$$

- Визначення орієнтовної кількості еталонних тракторів, яка визначається з умови:

$$n_{эт} = U_{уга} / W_{эт}, \quad (2.2)$$

де $W_{эт}$ - річний наробіток в умовних га на один еталонний трактор, приймається $W_{эт} = 1200$ ум.га;

$U_{уга}$ - очікуваний загальний обсяг робіт в умовних га

$$U_{уга} \approx U \cdot \alpha^{|}_{мр},$$

де $\alpha^{|}_{мр}$ - орієнтовне значення щільності механізованих робіт відповідно до заданого кал. плану робіт, $\alpha^{|}_{мр} = 6$ ум.га/га.

$$U_{уга} \approx 1200 \cdot 6 = 7200 \text{ усл.га,}$$

$$n_{эт} = 7200/1200 = 6 \text{ ет.тр.}$$

- Кількість еталонних тракторів орієнтовно визначається:

для тракторів загального призначення

$$n_{это} = (0.45...0.65)\, n_{эт}, \quad (2.3)$$

$$n_{это} = 0{,}5 \cdot 6 = 3 \text{ эт.тр.}$$

для універсально-просапних тракторів

$$n_{этп} = n_{эт} - n_{это}, \quad (2.4)$$

$$n_{этп} = 6\text{-}3 = 3 \text{ эт.тр.}$$

Якщо задано дві марки тракторів одного й того ж призначення, то

розподіл кількості еталонних тракторів поміж ними треба робити в такому співвідношенні від загальної кількості:

більш енергонасичених - 60..70%;

менш енергонасичених - 30..40% (що залишились).

- Кількість фізичних тракторів за марками визначається

$$n_{фті} = n_{эті} / k_{эті}, \quad (2.5)$$

де $n_{еті}$, $k_{еті}$ - відповідно кількість еталонних тракторів і-ої марки та годинний еталонний виробіток (коефіцієнт переводу в еталонні трактори) для тракторів і-ої марки ум.га/год.

2.3 Складання відомостей завантаження тракторів

Наступні графи відомостей заповнювались розрахунковими даними. Для цього визначались:

- Кількість тракторозмін

$$n_{трсмji} = U_{фj} / W_{смji}, \quad (2.6)$$

де $W_{смji}$ - змінна норма виробітку агрегату з трактором і-ої марки на j-й роботі (див. графу 8), га,т, т·км за зміну.

$n_{трсмji} = 480/51 = 9{,}41$ тр.змін.

- Кількість тракторів (графа 11)

$$n_{трji} \geq \frac{n_{трсмji}}{Д_{аj} \cdot К_{смj} \cdot k_{гji} \cdot k_{мj}}, \quad (2.7)$$

де $Д_{аj}$ - тривалість агростроку на j-ій роботі в днях (див. графу 5 кал. плану, Додаток А);

$К_{смj}$ - коефіцієнт змінності на j-ій роботі;

$k_{гji}$, $k_{мj}$ - коефіцієнти, що враховують технічну готовність МТА.

За значення $n_{трj}$ приймалось найближче ціле число, що відповідає умові (2.7).

$$n_{трji} = 9,41/(6 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1)=1 \text{ шт.}$$

- Кількість трактороднів (графа 13)

$$n_{трднji} = n_{трсмji} / К_{смj}, \quad (2.8)$$

$$n_{трднji} = 9,41/1,5=6,3 \text{ тр.-днів.}$$

- Фактична тривалість роботи, днів

$$Д_{рji} = n_{трднji} / n_{трji}, \quad (2.9)$$

$$Д_{рji} = 9,41/1=9,41 \text{ дн.}$$

- Обсяг робіт в умовних гектарах

$$U_{уji} = 7 \cdot n_{трсмji} \cdot k_{эті}, \quad (2.10)$$

$$U_{уji} = 7 \cdot 9,41 \cdot 1=65,87 \text{ ум.га.}$$

- Витрати палива

$$Q_{ji} = 7 \cdot n_{трсмji} \cdot G_{ті}, \quad (2.11)$$

де $G_{ті}$ – прийнята годинна витрата палива трактором і-ої марки, кг/год (див. графу 9, Додаток Б,В,Г).

$$Q_{ji} = 7 \cdot 9,41 \cdot 10,01=659,5 \text{ кг.}$$

2.4 Технічне забезпечення роботи машинно-тракторного парку

Виробниче завдання представлене в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - виробниче завдання на витрати палива.

марка тактора	гос. №	останній вид ТО, ремонту в мин році		витрати палива від ост. Рем.	витрати палива від останнього ремонту			
					I	II	III	IV
1	2	3		4	5	6	7	8
ДТ–75	1	КР		0			11	23.1
Т-150К	2	ТО-2(2)		48			65.6	86.6
ЮМЗ–6Л	3	ТО-3(1)		64			65.2	69
V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ост.
9	10	11	12	13	14	15	16	ТО, рем
35.9	38.6	49.3	78	92.9	92.9	92.9	92.9	ТО-1
93.7	114.3	164.8	194.6	208.4	208.4	208.4	208.4	ТО-1
88.3	105.1	114.8	123.7	132.8	132.8	132.8	132.8	ТО-1

2.5. Визначення кількості й трудомісткості ТО тракторів

Точки перетину графіка з горизонтальними лініями поля показують в який час року мають бути проведені відповідні види ТО. Підрахована загальна кількість кожного з видів ТО за рік для кожного трактора й занесена в таблицю, яка побудована в четвертому квадранті графічного аркуша 01МЗД.161.203 000. До цієї ж таблиці занесена й трудомісткості відповідних видів ТО, яка визначається за формулою

$$T_{tokli} = t_{toki} \cdot n_{tokli}, \qquad (2.15)$$

де t_{toki} - нормативна працемісткість k-го виду ТО (ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО) для трактора i-ої марки, люд.-год;

n_{tokli} - кількість ТО k-го виду для l-го трактора i-ої марки за рік.

Розраховуємо трудомісткість ТО-1 для трактора Т-150К:

$$T_{mokli} = 1.9 * 1 = 1.9 \text{ люд.-год.}$$

Загальна трудомісткості ТО тракторів визначена підсумовуванням трудомісткості за видами ТО з окремих тракторів і парку в цілому.

Визначення кількісного й фахового складу спеціалізованої ланки з технічного забезпечення працездатності МТП

Кількісний склад такої ланки визначається за формулою, люд.

$$m_{то} = \frac{T_{об}}{a_м \cdot Д_{рм} \cdot T_{см} \cdot \tau}, \qquad (2.16)$$

де $a_м$ - кількість місяців роботи за рік для одного працівника, $a_м$=10.5;

$Д_{рм}$ - кількість робочих днів за місяць (приймається $Д_{рм}$=24 дні);

$T_{см}$ - тривалість однієї зміни в годинах (7..8 годин);

τ - коефіцієнт використання робочого часу зміни, τ=0.75..0.85;

$T_{об}$ - загальна працемісткість роботи спеціалізованої ланки ТО, люд.-год.

$$T_{об} = T_{тот} + T_{тосм} + T_{хр} + T_{унт} + T_{унсм} +$$

$$+ T_{унтран} + T_{унк} + T_{досб} + T_а + T_м \qquad (2.17)$$

де $T_{тот}$ - загальна працемісткість ТО тракторів, що виконується спеціалізованою ланкою ТО , люд.-год;

$T_{тосм}$ - загальна працемісткість ТО і ремонту с.-г. машин в робочий період, $T_{тосм} \approx (0.32..0.45)T_{тот}$, люд.-год;

$T_{хр}$ - працемісткість зберігання МТП, люд.-год

$$T_{хр} = \left(1 + К_{хрсм}\right) \sum_{i=1}^{3} t_{хрті} \cdot n_{фті} \qquad (2.18)$$

де $k_{хрсм}$ - коефіцієнт, що враховує співвідношення працемісткості зберігання с.-г. машин до працемісткості зберігання тракторів, $k_{хрсм} \approx 2$;

$t_{хрті}$ – річна працемісткість зберігання трактора і-ої марки, люд.-год;

$n_{фті}$ - кількість фізичних тракторів і-ої марки;

$T_{унт}$ - працемісткість усунення несправностей роботи тракторів, $T_{унт} \approx 6..8$ люд.-год на 100 ум.га загального обсягу робіт;

$T_{унсм}$ - те ж саме для с.-г. машин, $T_{унсм} \approx 7..9$ люд.-год/100 ум.га;

$T_{унтран}$ - те ж саме для транспортних засобів, $T_{унтран} \approx 0.5$ люд.-год/100 ум.га;

$T_{унк}$ - теж саме для самохідних комбайнів, $T_{унк} \approx 0.1..0.2$ люд.-год до 1 години роботи комбайну, або

$$T_{унк} \approx (20..50)\, n_{комб} \qquad (2.19)$$

де $n_{комб}$ - орієнтовна потрібна кількість самохідних комбайнів

$$n_{комб} \approx F^{c}_{уб} / W^{c}_{к\,сез}\ ,$$

де $F^{c}_{уб}$ - площа щодо збирання с.-г. культур самохідними комбайнами, га;

$W^{c}_{к\,сез}$– середньосезонний наробіток на один самохідний комбайн (можна прийняти в межах 80..120 га);

$T_{досб}$ - працемісткість робіт з дозборки нових та розборки списаних машин, $T_{дозб} = 1.5..1.8$ люд.-год на 100 ум.га;

$T_{а}$ - працемісткість робіт з агрегатування та ладнання с.-г. агрегатів, $T_{а} \approx 3..5$ люд.-год на 100 ум.га;

$T_{м}$ - працемісткість робіт з модернізації машин, виготовлення

пристроїв, обладнання і т. ін., $Т_м \approx 2..5$ люд.-год на 100 ум.га.

$$Т_{хр} = (1+2)*(14+15+19)=144 \text{ люд.год}$$

$$Т_{об} = 143.2+57.28+144+119.5139.4+9.96+100+$$

$$+29.8+59.8+39.8=842.74 \text{ люд.год}$$

$$m_{то} = \quad 842.74/(10,5*24*7*0,85)=0.56 \text{ люд.}$$

Фаховий склад спеціалізованої ланки такий:

- майстер-наладчик
- слюсар-механік
- слюсар-електрик

3. МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЛУГА ПЛП-6-35

3.1 Призначення та область застосування, технічні вимоги до агрегату

Модернізований плуг ПЛП-6-35 призначений для оранки зябу з одночасним внесенням мінеральних добрив.

При внесенні добрив одночасно з оранкою спостерігається зменшення економічних затрат, зменшуються витрати праці, при тому як врожайність підвищується на 2 – 3 ц/га.

До агрегату висувають наступні технічні вимоги:

– Всі деталі та вузли повинні забезпечити надійну, безвідмовну роботу агрегату;

– Всі деталі та вузли повинні бути взаємозамінні;

– Витрати на виготовлення деталей та вузлів, їх ремонт, повинні бути мінімальними;

– Плуг повинен проводити оранку з повним оборотом пласта та його кришенням;

– Пожнивні залишки, бур’яни, мінеральні добрива повинні бути повністю приорані.

3.2 Технічна характеристика модернізованого плуга

– Ширина захвату 2,1 м;

– Робоча швидкість 10,55 км/год.;

– Продуктивність 1,68 га/год.;

– Вага плуга 1150 кг;

– Максимальна глибина оранки 0,30 м.

3.3 Технічні розрахунки запропонованої конструкції

Потужність необхідна для роботи плуга становить – 7,3 кВт.

Потужність на валу привода туковисівного апарата:

$$N_т = \frac{w \cdot 1000}{\omega} \quad (3.1)$$

де w – потужність на валу туковисівного апарату, w =1,3 кВт;

ω – кутова швидкість;

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

де n - частота обертання, $n = 150^{-1}$.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 150}{30} = 15,7 \ {}^{рад}/_{с}$$

Тоді:

$$N_т = \frac{7,3 \cdot 1000}{15,7} = 464,97 \ Н \cdot м$$

3.4 Розрахунки кінематичні, розрахунки на міцність, підтвердження роботоздатності та надійності конструкції

3.4.1 Розрахунок вала приводу висівного апарату

Орієнтовні розрахунки.

Крутний момент на валу висівного апарату:

$$М_{кр} = 85 \cdot 10^3 \ Н \cdot мм$$

Крутний момент для двох висівних апаратів:

$$М_{кр} = 85 \cdot 10^3 \cdot 2 = 170 \cdot 10^3 \ Н \cdot мм$$

Визначаємо середній діаметр вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_к}{0,2 \cdot [\tau]_к}} \qquad (3.2)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{170 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25,7}} = 32,09 \text{ мм}$$

Розробляємо конструкцію вала і по кресленню визначаємо його розміри та діаметр в місцях посадки.

Діаметр вала під підшипники:

d = 30 мм.

Діаметр вала під шестерні:

D = 24 мм.

Розрахунок ділянки, розташованої під привідною зірочкою проводимо по умові згину.

Сила що діє на вал від натягнення ланцюга:

$$w = M \cdot \omega \qquad (3.3)$$

де M – крутний момент на валу, Н·мм

ω – кутова швидкість вала, ω = 5 рад/с.

$$w = 170 \cdot 10^3 \cdot 5 = 850 \text{ кН}$$

Остаточний розрахунок вала на витривалість.

Максимально допустимий запас міцність:

$$К = К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \qquad (3.4)$$

Де $К_1$- коефіцієнт враховуючий відповідальність деталі,

$К_1 = 1,3$;

$К_2$ - коефіцієнт враховуючий ступінь точності,

$К_2 = 1{,}1$;

$К_3$ - коефіцієнт враховуючий надійність матеріалу, $К_3 = 1{,}5$.

$$К = 1{,}3 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}5 = 2{,}1$$

Небезпечним січенням вала є середина вала, оскільки в цьому місці діє найбільший згинаючий момент.

Визначається ефективний коефіцієнт концентрації напруження при згині вала, при наявності шпоночної канавки.

Для вала, виготовленого із сталі 45:

$\sigma_{вр}$=350 кг/м^2 , =1,95, де $\Sigma_м = \frac{К_б}{\varepsilon_б} = \frac{1{,}95}{0{,}78} = 2{,}5$.

Задаємо поправочний коефіцієнт:

$$\Sigma_м = 2{,}5$$

Запас міцності вала при згині:

$$ид = \frac{\sigma - 1}{\Sigma_м \cdot \sigma}$$

Де $ид$ – запас міцності при згині.

$\sigma - 1 = (0{,}4 \dots 0{,}5) \cdot \sigma_{вр} = 8{,}5$ МПа – поріг втомленості.

$$\sigma = \frac{М_{кр}}{0{,}2d^3}$$

$$\sigma = \frac{8{,}5 \cdot 10^3}{0{,}1(0{,}32 \cdot 10^2)} = 28 \text{ кН/м}^2$$

$$ид = \frac{850}{4{,}5 \cdot 28} = 6{,}7$$

Запас міцності на скручування визначається по формулі:

$$ит = \frac{\tau - 1}{\Sigma_м + \psi_\tau \cdot \tau_{пост}}$$

де $(\tau - 1)$ - межа міцності $(\tau - 1) = (0{,}2 \dots 0{,}3)\sigma_{вр}$;

$$(\tau - 1) = 269 \text{ кН/м}^2$$

ψ_τ - величина яка залежить від технічної характеристики метала;

$\tau_{пост}$ - постійна.

$$u\tau = \frac{269}{2{,}5+0{,}1\cdot 314{,}6} = 3{,}42$$

При спільній дії напружень кручення та згину запас міцності визначаємо по формулі, [n]=2,15:

$$n = \frac{n_\delta \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\delta^2+n_\tau^2}} \geq [n]$$

$n = \frac{6{,}6\cdot 3{,}42}{\sqrt{6{,}6^2+3{,}42^2}} = 3{,}04$, що більше допустимого.

3.4.2 Розрахунок шпонки

Розрахунок шпонки проводиться виходячи з умови міцності на зріз та зминання.

Виходячи з величини діаметра вала довжина шпонки вибирається по довжині з'єднуваної деталі.

Обираємо шпонку 10х8х40.

Перевіряємо обрану шпонку на зминання:

$$P_{зм} = \frac{M}{0{,}5d+0{,}25h}$$

де М – шпонковий момент, Н·м;

d – діаметр вала, м;

h - висота шпонки, м.

$$P_{зм} = \frac{464{,}97}{0{,}5*0{,}24+0{,}25*0{,}008} = 1328{,}5 \text{ Н}$$

Для нормальної роботи шпонки повинна виконуватись умова:

$$\sigma = \frac{P_{зм}}{0,5 в \ell} \leq [\sigma_{зм}]$$

де ℓ - робоча довжина шпонки, м;

$[\sigma_{зм}]$ - допустиме напруження зминання;

$[\sigma_{зм}] = 110$ МПа.

$$\sigma = \frac{1328,5}{0,5*8*10} = 58,3 \text{ МПа}$$

Умова виконується: $58,3 < [110]$.

Сила зрізу визначається по формулі:

$$P_{зр} = \frac{M}{0,5d}$$

де М – момент що передається шпонкою;

d – діаметр вала.

$$P_{зр} = \frac{464,97}{0,5*0,024} = 30990 \text{ Н}$$

Обрана шпонка перевіряється на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{P_{зр}}{в \ell} \leq [\tau]_{зр}$$

Де *в* – ширина шпонки,

$[\tau]_{зр}$ - допустиме напруження зрізу

$[\tau]_{зр} = 90$ МПа

$$\tau_{зр} = \frac{30990}{8*40} = 89,94 \text{ МПа}$$

Умова міцності на зріз виконується: $89,84 < 90$ мпа.

З розрахунків видно, що вибрана шпонка витримує навантаження.

3.4.3 Розрахунок зірочки

Основним матеріалом для виготовлення зірочок є чавун СЧ-24-2-6, СЧ-21-40, СЧ-24-2,4 та середньо вуглецеві конструкційні сталі 45, 40Х, 50 з поверхневим гартуванням HRC-45…55.

Приймається зірочка із сталі 45 з кількістю зубців Z=26 на піввісь опорного колеса та кількістю зубців Z=14 на вал приводу туковисівного апарата.

Зовнішній діаметр зірочки визначаємо по формулі:

$$D = t(0.5 \cdot \tan\frac{180}{z})$$

де t - крок ланцюга, мм, $t = 19{,}05$ мм.

z - кількість зубців, $z = 26$.

$$D = 19{,}05(0{,}5\tan\frac{180}{26}) = 158{,}43 \text{ мм}$$

Визначається діаметр ділильного кола:

$$dg = \frac{t}{\sin\frac{180}{z}}$$

$$dg = \frac{19.05}{\sin\frac{180}{26}} = 149.5 \text{ мм}$$

Ширина зубчатого вінця визначається по формулі:

$$в = 0{,}93B_{вн} - 0{,}15$$

де $B_{вн}$ - відстань між внутрішніми ланками ланцюга, $B_{вн} = 12{,}7$

$$в = 0{,}93 \cdot 12{,}7 - 0{,}15 = 11{,}66 \text{ мм}$$

Радіус зуба в повздовжньому перерізі визначається за формулою:

$$r_з = 1{,}7D$$

де D- діаметр ролика.

$$r_з = 1{,}7 \cdot 11{,}91 = 20{,}24 \text{ мм}$$

Координати центру кривої визначаються по формулі:

$$n = 0{,}8D$$

$$n = 0{,}8 \cdot 11{,}91 = 9{,}53 \text{ мм}$$

Розрахунок проводиться аналогічно і для зірочки з кількістю зубців Z=14.

3.5 Висновки по розділу

При внесенні мінеральних добрив машиною РУМ-3 задіяні два робочих. При експлуатації конструкції на базі плуга ПЛП-6-35, трактор МТЗ-80 та РУМ-3 звільняються для роботи на інших ділянках.

Трактор Т-150К виконує оранку зябу плугом ПЛП-6-35, який має на рамі 4 кутника. На них встановлюється два ящика від зернової сіялки СУК-24.

Привід висівного апарата відбувається від опорного колеса через ланцюгову передачу, вал та 2-х пар конічних шестерень.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Аналіз стану охорони праці в умовах фермерського господарства

1. Загальна характеристика Фермерське господарство середнього розміру здійснює комплекс робіт: польові агротехнічні операції, тваринництво, зберігання і переробка продукції, технічне обслуговування машин. Праця має сезонний характер із піковими навантаженнями навесні та восени, високу частку механізованих операцій і значну участь найманих працівників та членів родини. Це визначає специфічні ризики — фізичні (механічні ушкодження, падіння, шум, вібрація), хімічні (добрива, паливо, засоби захисту рослин), біологічні (інфекції, алергени) і психофізіологічні (втома, стрес).
2. Організаційна структура безпеки Відповідальність за охорону праці формально покладена на керівника господарства; частково делеговані обов’язки господарському майстру. Наявні базові інструкції з охорони праці для окремих видів робіт, але їх оновлення та документування інструктажів виконуються нерегулярно. Журнал реєстрації інструктажів ведеться, але містить прогалини по датах і підписах окремих працівників.
3. Технічний стан обладнання і транспортних засобів Основна техніка — трактори, розкидачі, обприскувачі, навантажувачі — експлуатується понад гарантійний ресурс у частини одиниць. Політика технічного обслуговування реактивна: ремонти виконуються після виникнення дефекту. Захисні кожухи робочих органів іноді відсутні або пошкоджені; електричні мережі в приміщеннях для зберігання і переробки мають місця з оголеними проводами. Запасних частин достатньо, але немає систематичного плану профілактичного ТО.
4. Засоби індивідуального захисту (PPE) PPE наявні: рукавиці, захисні окуляри, респіратори, комбінезони й чоботи. Проте використання — непостійне: працівники часто ігнорують респіратори при роботі з

добривами та пилуватими операціями; зношені рукавиці та окуляри не замінюються вчасно. Відсутній чіткий графік видачі та обліку PPE.

5. Навчання та інструктажі Первинні інструктажі проводяться при наймі, проте повторні та цільові (перед сезонними роботами, при роботі з новими речовинами чи машинами) відбуваються рідко. Практичні тренінги з надання першої допомоги, пожежної безпеки та дій при розливах майже не проводяться. Рівень усвідомлення ризиків серед працівників середній — багато дій виконується за звичкою, не завжди за інструкцією.
6. Облік нещасних випадків і аварій Є реєстрація інцидентів, але дрібні травми часто не документуються. Аналіз причин аварій і впровадження заходів профілактики після випадку відбуваються формально, без системного підходу. Відсутній звітний аудит ризиків та план їхнього зниження.
7. Оцінка ризиків Основні ідентифіковані ризики:

- Контакт з рухомими механізмами та травми при обслуговуванні техніки (внаслідок відсутніх кожухів, відключення блокувань).
- Інтоксикації та подразнення через неправильне зберігання або застосування мінеральних добрив і ЗЗР.
- Пожежна небезпека в складських приміщеннях і майстернях через необережне поводження з паливом та електрикою.
- Падіння з висоти при роботах на елеваторах і кузовах причепів.
- Професійне захворювання, пов’язане з тривалою експозицією пилу, шуму і вібрації.
- Психофізіологічні ризики: перевантаження під час пікових сезонів, що підвищує ймовірність помилок.

8. Сильні сторони в системі охорони праці

- Наявність базової документації та відповідальних осіб.
- Доступ до PPE і запасних частин.
- Усвідомлення керівництвом потреби у безпеці (за наявності хоч би мінімальних процедур).

9. Слабкі місця та критичні дефіцити

- Відсутність регулярного профілактичного ТО і систематичного обліку технічного стану.
- Неповний і недостатньо регулярний інструктаж працівників.
- Неналежне використання PPE і відсутність системи їхнього обліку та заміни.
- Недостатній аудит ризиків і відсутність проактивних профілактичних заходів.
- Невідповідність електромереж і обладнання сучасним стандартам безпеки.

10. Рекомендації для покращення

- Впровадити графік профілактичного технічного обслуговування з реєстрацією виконаних робіт і термінів заміни критичних деталей.
- Розробити та затвердити перевірений план інструктажів: первинний, повторний щонайменше раз на рік та цільовий перед сезонними роботами; вести повний журнал інструктажів з підписами.
- Встановити систему видачі і обліку PPE, замінювати зношені засоби та контролювати їх використання на робочих місцях.
- Усунути небезпечні дефекти в обладнанні: відновити захисні кожухи, ізолювати оголені проводи, встановити блокування на агрегатах.
- Розробити план дій при аваріях і розливах, забезпечити наявність аптечок, комплектів для промивання очей і нейтралізаторів; провести навчання з першої допомоги.
- Провести аудит електропостачання і пожежної безпеки, оновити протипожежне обладнання і маршрути евакуації.
- Впровадити систему аналізу інцидентів: розгляд кожного випадку, визначення причин і впровадження коригувальних заходів.
- Планувати робочі графіки та змінність так, щоб уникати перевантажень у сезонні піки; за необхідності наймати тимчасових працівників з відповідним навчанням.
- Розглянути можливість зовнішнього аудиту з охорони праці та

отримання сертифікації (за наявності потреби) для підвищення стандартів.

Висновок Поточний стан охорони праці в господарстві характеризується наявністю базових структур і засобів, але потребує системного підходу та регулярних профілактичних заходів. Впровадження перелічених рекомендацій підвищить рівень безпеки праці, знизить кількість нещасних випадків і забезпечить стабільність виробничих процесів, зменшивши економічні та соціальні ризики для господарства.

4.2 Виявлення й ідентифікація потенційних небезпек операції

1. Методика виявлення та ідентифікації
- Періодичні інспекції робочих місць і обладнання (чек-листи).
- Оцінка ризиків (Risk Assessment) для кожного виду операцій — визначення ймовірності і тяжкості наслідків.
- Job Safety Analysis / Послідовний розбір робочої операції (JSA/ПОР) — розбити операцію на етапи й для кожного етапу виявити небезпеки.
- Аналіз паспортів безпеки (SDS/MSDS) на хімічні речовини і добрива.
- Моніторинг параметрів (шум, вібрація, пил, гази, освітленість) за допомогою приладів.
- Опитування працівників та розбір інцидентів/практичних випадків (near miss).
- Перевірка документації: журнали ТО, записи інструктажів, акти ремонту, транспортні звіти.
- Використання матриці ризиків для пріоритизації виявлених загроз.

2. Потенційні небезпеки за типами операцій
- Польові роботи (обробіток ґрунту, сівба, збирання)
    - Контакт з рухомими частинами тракторів/агрегатів; затискання, обертальні вали.
    - Перекидання техніки на схилах.

    - Ураження електрострумом при контакті з підземними лініями (при використанні вертикальних орудь).
    - Ушкодження через пил, алергени, ультрафіолетове випромінювання.
- Внесення добрив і ЗЗР
    - Хімічні опіки, інтоксикації, інгаляції токсичних парів/пилу.
    - Хімічні реакції при змішуванні препаратів.
    - Контамінація одягу та обладнання.
- Обслуговування і ремонт техніки
    - Механічні травми при демонтажі/монтажі (різи, здавлювання).
    - Падіння інструментів, ураження від стисненого повітря.
    - Опіки від гарячих частин, контакти з паливом/маслами.
    - Небезпека від відключення блокувань (unexpected start-up).
- Завантаження/розвантаження, складські операції
    - Падіння вантажів, ураження під час роботи навантажувачів.
    - Пожежна небезпека від палива та самозігрівання органічних сумішей.
    - Ризик ковзання на засипаній поверхні та задушення у вільнозасипних ємкостях.
- Транспортування продукції і добрив
    - Неправильне закріплення вантажу → падіння/зсув під час руху.
    - ДТП через технічну несправність і перевантаження.
    - Попадання опадів у відкриті насипи, утворення слизьких зон.
- Робота з тваринами
    - Укуси, удари, травми під час маніпуляцій; ризик зоонозів.
    - Стрес і поведінкові ризики тварин під час транспортування чи огляду.
- Електромережа й електрообладнання
    - Пошкоджені проводи, незаземлені прилади → ураження струмом.
    - Іскроутворення поряд із горючими речовинами.

- Пожежна та вибухонебезпека
    - Накопичення пилу, зберігання горючих матеріалів поруч із джерелами запалювання.
    - Небезпека селітри й інших окисників при нагріванні/забрудненні.
- Ергономічні та психофізіологічні ризики
    - Перенапруження, травми через неправильне піднімання ваги.
    - Втома, стрес, зниження уваги під час сезонних піків.
- Екологічні ризики, що мають вплив на безпеку
    - Забруднення ґрунту/води розливами → додаткові ризики для персоналу при очищенні.
    - Слизькі/небезпечно нестійкі підлоги після опадів.

3. Ідентифікація критичних точок (high-risk)

- Визначити операції з найбільшою частотою та тяжкістю потенційних наслідків (ремонт агрегатів під час роботи, завантаження/розвантаження насипів, робота з концентрованими хімікатами, управління трактором на схилах).
- Для цих операцій проводити поглиблений JSA, моніторинг та впроваджувати технічні блокування й процедури lockout/tagout.

4. Інструменти документування й контролю

- Чек-лісти інспекцій, JSA-форми для кожної операції, журнали інструтажів, протоколи аналізу інцидентів.
- Таблиці пріоритезації ризиків і план коригувальних заходів з термінами виконання.
- Ведення карти ризиків господарства з оновленням після змін у технології чи обладнанні.

5. Пріоритетні кроки після ідентифікації

- Негайне усунення очевидних небезпек (відновлення кожухів, ізоляція проводів, закріплення вантажів).
- Розробка процедур lockout/tagout для ремонту обладнання.
- Навчання персоналу щодо виявлених ризиків і впровадження контрольних заходів (PPE, організаційні інструкції).

- Планування моніторингу й перевірок для підтвердження ефективності заходів.

Цей розділ дає шаблон для систематичного виявлення й ідентифікації ризиків у фермерському господарстві; конкретні результати мають бути підтверджені польовими інспекціями й документованими JSA для кожної операції.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК

5.1 Забезпеченість МТП та механізаторами

Для визначення забезпеченості господарства машино-тракторним парком необхідно визначити наступні показники:

1) Тракторозабезпеченість на 1000 га ріллі:

- у фізичних тракторах:

$$T_{обф} = 1000 \sum_{i=1}^{3} n_{фті} \Big/ U \qquad (5.1)$$

де $n_{фті}$ –кількість фізичних тракторів за марками: $n_{ДТ-75М} = 1$ шт,

$n_{МТЗ-80} = 1$шт, $n_{ЮМЗ-6} = 1$шт.

U – загальна площа ріллі сівозміни: U=1200 га.

$$T_{обф} = \frac{1000 \cdot (1+1+1)}{1200} = 2.5 \text{ шт.}$$

- В еталонних тракторах:

$$T_{обе} = \frac{1000 \sum_{i=1}^{3} n_{фті} \cdot k_{ети}}{U} \qquad (5.2)$$

де $k_{ети}$- коефіцієнт переводу в еталонні трактори.

$$T_{обе} = \frac{1000(1 \cdot 1 + 1 \cdot 1.65 + 1 \cdot 0,6)}{1200} = 2,7 \ ет.тр.$$

2) машинозабеспеченість визначається за формулою:

$$\text{М}_{\text{об}} = \frac{\sum_{k=1}^{N_{мм}} Б_{mk} \cdot n_{mk}}{\sum_{i=1}^{N_{мт}} Б_{ті} \cdot n_{фті}} \qquad (5.3)$$

де $N_{мм}$, $N_{мт}$ - кількість марок відповідно сільськогосподарських машин і тракторів в МТП.

$Б_{mk}$,$Б_{тi}$, n_{mk},$n_{фтi}$ – балансова вартість відповідно с/г машини к-ої марки та трактора і-ої марки і їх вартість в МТП:

$$Б_{mk} = 684740 \text{ грн.}, \quad n_{mk} = 87 \text{ шт.}, \quad Б_{тi} = 255020 \text{ грн.}, \quad n_{фтi} = 4 \text{ шт.}$$

$$М_{об} = \frac{684740 \cdot 87}{255020 \cdot 4} = 58{,}39 \text{ грн/грн}$$

Необхідно визначити забезпеченість господарства механізаторами:

- забезпеченість механізаторами на один фізичний трактор, чол./тр.:

$$m_{фт} = \frac{m_{max}}{\sum_{i=1}^{3} n_{фтi}} \quad (5.4)$$

де m_{max} – найбільша потреба в механізаторах на протязі року:

$m_{max} = 3$ чол.

$$m_{фт} = \frac{3}{1+1+2} = 0{,}75, \text{ обираємо 1 чол./тр.}$$

- забезпеченість механізаторами на 100 га ріллі, чол./100 га.

$$m_{га} = \frac{100 \cdot m_{max}}{U} \quad (5.5)$$

$$m_{га} = \frac{100 \cdot 3}{1200} = 0{,}25 \text{ чол./100га}$$

5.2 Середньорічний та середньодобовий на робіток

Для визначення середньорічного наробітку для тракторів визначаємо:

- середньорічний наробіток на еталонний трактор і-ої марки

$$W_{\text{ет}i} = \frac{U_{yi}}{n_{\text{ет}i}} \quad (5.6)$$

де U_{yi} – обсяг робіт в умовних гектарах за рік що виконує трактор і-ої марки: $U_{\text{уДТ}-75\text{М}} = 701{,}5$ ум.ет.га, $U_{\text{уТ}-150\text{К}} = 729{,}7$ ум.ет.га, $U_{\text{уЮМЗ}-6} = 779{,}9$ ум.га.

$n_{\text{ет}i}$ -кількість еталонних тракторів і-ої марки: $n_{\text{етДТ}-75\text{М}} = 1{,}8$ет.тр

$$n_{\text{етТ}-150\text{К}} = 1{,}2 \text{ ет.тр}, n_{\text{етЮМЗ}-6\text{Л}} = 3 \text{ ет.тр.}$$

$$W_{\text{етДТ}-75\text{М}} = \frac{924{,}8}{2{,}5} = 369{,}92 \text{ ум.ет.га}/\text{ет.тр};$$

$$W_{\text{етМТЗ}-80} = 483{,}48 \text{ ум.ет.га}/\text{ет.тр};$$

$$W_{\text{етЮМЗ}-6\text{Л}} = 524{,}38 \text{ ум.ет.га}/\text{ет.тр}$$

- Середньорічний наробіток по парку в цілому:

$$W_{\text{етп}} = \frac{\sum_{i=1}^{3} U_{yi}}{\sum_{i=1}^{3} n_{\text{ет}i}} \quad (5.7)$$

$$W_{\text{етп}} = \frac{701{,}5+729{,}7+779{,}9}{1{,}8+1{,}2+3} = 368{,}51 \text{ ум.ет.га/ет.тр}$$

Для визначення середньодобового наробітку машино тракторного парку господарства визначаємо:

- середньо змінний наробіток для тракторів і-ої марки:

$$W_{\text{змі}} = \frac{U_{\text{yi}}}{n_{\text{трсмі}}} \quad (5.8)$$

де $n_{\text{трсмі}}$ – кількість запланованих на рік тракторозмін для тракторів і-ої

марки: $n_{\text{трсмДТ-75}} = 100{,}2$; $n_{\text{трсмТ-150К}} = 104{,}2$;

$n_{\text{трсмЮМЗ-6Л}} = 111{,}4$ тр.зм.

$$W_{\text{змДТ-75}} = \frac{701{,}5}{100{,}2} = 7 \text{ ум.ет.га/тр.зм.}$$

$$W_{\text{змТ-15К0}} = 7 \text{ ум.ет.га/тр.зм.}$$

$$W_{\text{змЮМЗ-6Л}} = 7 \text{ ум.ет.га/тр.зм.}$$

- середньо змінний наробіток по парку в цілому:

$$W_{\text{змп}} = \frac{\sum_{i=1}^{3} U_{\text{yi}}}{\sum_{i=1}^{3} n_{\text{трсмі}}} \quad (5.9)$$

$$W_{\text{змп}} = \frac{1902{,}62}{349} = 5{,}45 \text{ ум.ет.га/тр.зм.}$$

5.3 Загальні питомі витрати

Для того щоб визначити питомі витрати палива машино тракторним парком господарства визначаємо:

- питома витрата палива для тракторів і-ої марки:

$$Q_{\text{yi}} = \frac{Q_{\text{i}}}{U_{\text{yi}}} \quad (5.10)$$

де Q_{i}- загальна витрата палива за рік тракторами і-ої марки:

$$Q_{\text{ДТ-75}} = 7022 \text{ кг}; Q_{\text{Т-150К}} = 12214{,}6 \text{ кг}; Q_{\text{ЮМЗ-6Л}} = 5241{,}3 \text{ кг}.$$

$$Q_{\text{уДТ}-75} = \frac{7022}{701,5} = 10,01 \text{ кг/ум.га}$$

$$Q_{\text{уТ}-150\text{К}} = 16,74 \text{ кг/ум.га}$$

$$Q_{\text{уЮМЗ}-6\text{Л}} = 6,72 \text{ кг/ум.га}$$

- питома витрата палива по парку вцілому:

$$Q_{\text{уп}} = \frac{\sum_{i=1}^{з} Q_i}{\sum_{i=1}^{з} U_{yi}} \quad (5.11)$$

$$Q_{\text{уп}} = \frac{7022+12214,6+5241,3}{701,5+729,7+779,9} = 11,2 \text{ кг/ум.га}$$

5.4 Коефіцієнт змінності та використання

- середній за рік коефіцієнт змінності для тракторів і-ої марки:

$$К_{\text{змі}} = \frac{n_{\text{трзм}}}{n_{\text{трдні}}} \quad (5.12)$$

де $n_{\text{трдні}}$ - загальна кількість запланованих на рік трактороднів для тракторів і-ої марки: $n_{\text{трднДТ}-75} = 71$ тр.−дні;

$n_{\text{трднТ}-150\text{К}} = 71$ тр.−дні; $n_{\text{трднЮМЗ}-6\text{Л}} = 53$ тр.−дні.

$$К_{\text{змДТ}-75} = \frac{100,2}{71} = 1,4$$

$$К_{\text{змТ}-150\text{К}} = \frac{104,2}{71} = 1,5$$

$$К_{змЮМЗ-6Л} = \frac{111,4}{53} = 2,1$$

- середній за рік коефіцієнт змінності для парку в цілому:

$$К_{зм} = \frac{\sum_{i=1}^{з} n_{трзмі}}{\sum_{i=1}^{з} n_{трдні}} \quad (5.13)$$

$$К_{зм} = \frac{100,2+104,2+111,4}{71+71+53} = 1,62$$

- коефіцієнт використання для тракторів і-ої марки:

$$К_{ісп} = \frac{n_{трдні}}{Д_{рк} * n_{фті}} \quad (5.14)$$

де $Д_{рк}$ - кількість робочих календарних днів за період від першої до останньої роботи за календарним планом, $Д_{рк} = 230$ днів.

$$К_{іспДТ-75} = \frac{71}{230*1} = 0,33$$

$$К_{іспТ-150К} = 0,31$$

$$К_{іспЮМЗ-6Л} = 0,24$$

- коефіцієнт використання по парку в цілому:

$$К_{ісп} = \frac{\sum_{i=1}^{з} n_{трдні}}{Д_{рк} * \sum_{i=1}^{з} n_{фті}} \quad (5.15)$$

$$К_{ісп} = \frac{71+71+53}{230*(1+1+1)} = 0,31$$

- фактична щільність механізованих робіт:

$$\alpha_{мр} = \frac{\sum_{i=1}^{з} U_{yi}}{U} \quad (5.16)$$

$$\alpha_{мр} = \frac{701,5+729,7+779,9}{1200} = 1,84$$

Всі розраховані вище показники заносяться в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 – Показники ефективності використання МТП

Показник	Позн.	Одиниця вимір.	Значення показника			
			за марками тракторів			по парку
			ДТ-75М	Т-150К	ЮМЗ-6Л	
кількість фіз. тракторів	$n_{фт}$	шт.	1	1	1	3
кількість еталонних тракторів	$n_{эт}$	эт. тр.	1,1	1,65	0,6	3,4
загальна площа ріллі	U	га	-	-	-	1200
тракторозабезпеченість на 1000 га ріллі	$T_{обф}$	штук	-	-	-	2,5
	$T_{обэ}$	ет. тр.	-	-	-	2,79
обсяг виконаних робіт	$H_{у}$	ум.га	921,91	1582,33	615,05	3119,29
оредний наробіток	$W_{ор}$	ум.га	138,29	237,35	92,26	467,89
середньорічний наробіток	$W_{эг}$	у.га/эт.тр.	909,1	1102	1166	984
середньозмінний наробіток	$W_{эсм}$	у.га/тр.зм.	7,9	9,2	3,8	8,6
відпрацовано трактороднів	$n_{трдн}$	тр.-днів	86,2	87,1	71,2	244,5
відпрацовано тракторозмін	$n_{трсм}$	тр.-змін	115	119	128	362
загальна витрата палива	Q	кг	9228	16053	6888	32170
питома витрата палива	$Q_{у}$	кг/ум.га	10,01	10,15	11,2	10,5
коефіцієнт змінності	$K_{см}$	-	1,3	1,4	1,8	1,5
коефіцієнт використання	$K_{исп}$	-	0,37	0,38	0,31	0,35
потреба в механізаторах	m_{max}	люд.				3
забезпеченість механізаторами	$m_{фт}$	люд./тр.	-	-	-	3
	$m_{га}$	люд./100	-	-	-	0,25
прямі експлуатаційні витрати	$И_{уга}$	грн/ум.га	-	-	-	57,1

Таблиця 5.2 – Основні техніко-економічні показники

Показник	Варіант	
	існуючий	Проектований
Річний наробіток на еталонний трактор, ум.ет.га	660	984
Середньо змінний наробіток, ум.ет.га	5,3	8,6
Збільшення наробітку,%	-	50,2
Витрати палива, кг/ум.ет.га	13,5	11,2
Коефіцієнт змінності	1,2	1,7
Коефіцієнт використання МТП	0,1	0,31
Експлуатаційні витрати, грн./ум.ет.га	8500,6	5700,1

Висновки

Проведений в першій частині проекту техніко-економічний аналіз дозволив знайти деякі резерви підвищення використання машино-тракторного парку господарства.

Для досягнення мети проекту необхідно:

- щорічно складати план-графік завантаження тракторів. Це дозволить заздалегідь спланувати роботу машино-тракторного парку, що сприяє зниженню навантаження на трактори при максимальній щільності виконання сільськогосподарських робіт та розробити графік їх постачання;
- спланувати потребу в паливо-мастильних матеріалах для виконання сільськогосподарських робіт та розробити графік їх постачання;
- спланувати чітку роботу пункту технічного обслуговування машино-тракторного парку та його завантаження;

Конструкція, що запропонована в проекті, пристосування для внесення мінеральних добрив одночасно із оранкою, дозволить зменшити затрати часу на внесення добрив, затрати на ПММ, зменшить затрати часу на обслуговування робочого агрегату.

В розділі охорона праці та довкілля розроблені питання дозволять вчасно проводити необхідні інструктажі, що дозволять знизити травматизм та профзахворювання на виробництві.

Економічні розрахунки вказують на доцільність впровадження в господарстві заходів, що запропоновані в проекті (див. таблицю 5.2).

Список використаної літератури

1. Система удобрення в інтенсивному буряківництві: на що потрібно зважати // https://tonnaplus.com/news/sistema-udobrennya-v-intensivnomu-buryakivnictvi-na-shcho-potribno-zvazhati

2. https://agrotest.com/article/rekomendatsiyi-po-vnesennyu-dobriv/.

3. Войновський В. В., Куянов В. В., Миропольський О. М. Техніка для внесення твердих і рідкихмінеральних добрив різними способами. // Техніка і технології в АПК. – 2021. № 3 (120). С. 18-22.

4. Гунько І. В., Гуцаленко О. В. Розвиток та вдосконалення розкидачів мінеральних добрив //Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2017. – №. 2. – С. 24-29.

5. Новітні енергетичні засоби та сільськогосподарські машини: підруч./О.С. Пушка, А.В. Войтік, В.В. Кравченко, Т.О. Кутковецька. - Умань : Видавець "Сочінський М.М.", 2018. - 244 с.

6. Головчук А.Ф. Машиновикористання та екологія довкілля: підручник / А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт,; за ред. А.Ф. Головчука. –К.: Грамота, 2007. — 360 с.

7. Головчук А.Ф. Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І Марченко, В.Ф. Орлов. - К.: Грамота, 2005. – 575 с.

8. Марченко В.І. Машиновикористання в землеробстві: навч. посіб. / В.І. Марченко, А.О. Яценко. – К.: Наук. Світ. 2006. – 372 с.

9. Мельник І.І. Проектування технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник / І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, С.М. Бондар; За ред. І.І. Мельника. – Ніжин: ТОВ “Видавництво Аспект-Поліграф”, 2005. – 192 с.

10. Працеохоронні засади у схемах, таблицях і графіках: Посібник / Укл. Войналович О.В. – К.: Основа, 2009. – 88 с.

11. Ільченко В.Ю. Машино використання в землеробстві / В.Ю. Ільченко Ю.П.Нагірний, Підручник. – К.: Київ Урожай. 1996, 375с.