

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра інжинірингу технічних систем

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ДЛЯ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОЇ РОБОТИ РІЗНОРІДНОГО МАШИНО-  
ТРАКТОРНОГО ПАРКУ**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГМ-1-24  
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

\_\_\_\_\_Карпусь Вадим Олексійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_Толстенко Олександр Васильович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2025





## РЕФЕРАТ

Магістерська робота присвячена удосконаленню системи технічного сервісу для забезпечення надійної роботи різнорідного машинно-тракторного парку ТОВ «КГ АГРО». У роботі досліджено сучасний стан матеріально-технічної бази господарства, визначено особливості організації технічного обслуговування та ремонту техніки, проведено аналіз нормативних вимог і розроблено шляхи підвищення ефективності сервісних процесів.

У **першому розділі** наведено характеристику господарства, природно-кліматичні умови його діяльності, структуру посівних площ, наявний машинно-тракторний парк та стан технічного забезпечення. Розглянуто дилерську інфраструктуру та зовнішні чинники, що впливають на технічний сервіс.

У **другому розділі** подано теоретичні основи технічного сервісу, класифікацію видів ТО і ремонту, описано процеси, технології, виконавців та взаємозв'язки між ними. Розглянуто моделі розподілу обсягів робіт між різними рівнями сервісу та проаналізовано існуючі підходи до оптимізації.

У **третьому розділі** проведено оцінку технічного стану техніки, обґрунтовано потребу в модернізації сервісної системи, визначено недоліки чинної структури обслуговування. Розроблено пропозиції щодо формування мобільних сервісних бригад та удосконалення технологій ТО.

У **четвертому розділі** наведено комплекс заходів з охорони праці, визначено небезпечні та шкідливі фактори під час виконання сервісних робіт, запропоновано способи їх усунення та мінімізації ризиків.

У **п'ятому розділі** виконано економічну оцінку впровадження мобільних сервісних бригад. Розраховано капітальні вкладення, сезонний прибуток, рівень рентабельності та строк окупності. Показано, що запропонована система забезпечує високий економічний ефект та підвищує надійність роботи МТП.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
Розділ 1. Стан питання, мета та задачі досліджень .....	9
1.1. Характеристика господарства.....	9
1.2. Матеріально-технічна база машинного двору господарства .....	13
1.3. Аналіз забезпеченості машинно-тракторним парком сільськогосподарських підприємств Дніпропетровської області.....	16
1.5. Висновки та задачі досліджень.....	27
Розділ 2 Обґрунтування системи ТО тракторного парку .....	29
2.1. Модель системи технічного обслуговування та ремонту .....	29
2.2. Цілі технічного обслуговування та ремонту тракторів .....	37
2.3. Технології технічного обслуговування та ремонту тракторів .....	38
2.4 Проект системи технічного обслуговування тракторів.....	40
2.5. Висновок .....	49
3. Розділ. Принципи формування якості функціонування системи технічного сервісу тракторів .....	51
3.1 Проектування систем технічного обслуговування тракторного парку ...	51
3.1.1 Система технічного сервісу при встановлених цілях діяльності.....	51
3.1.2 Система технічного сервісу при відомому складі тракторного парку .	53
3.1.3 Система технічного обслуговування тракторів за відомих технологій ТО та ремонту.....	54
3.1.4 Система технічного сервісу при відомих виконавцях ТО та ремонту .	55
3.2. Удосконалення технологічного обслуговування машин агрегатів .....	56
3.3. Приклад розрахунку системи технічного сервісу для різномарочного складу парку тракторів .....	59

3.4. Висновок .....	62
Розділ 4. Охорона праці при технічному сервісі машинно-тракторного парку .	64
4.1. Загальні вимоги безпеки праці при проведенні робіт з технічного сервісу .....	64
4.1.1. Організаційно-технічні вимоги.....	64
4.1.2. Вимоги безпеки під час виконання робіт .....	65
4.2. Шкідливі та небезпечні фактори при виконанні технічного сервісу .....	66
4.3. Заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів .....	68
4.3.1. Технічні та інженерні заходи .....	68
4.3.2. Організаційні та профілактичні заходи.....	69
4.3.3. Медико-біологічні заходи .....	69
5. Економічна ефективність технічного сервісу .....	71
5.1. Економічний ефект ТОВ «КГ АГРО» від роботи мобільних сервісних бригад.....	71
5.2. Економічний ефект для товариства від зниження витрат на ремонти ...	72
5.3. Економічний ефект від зменшення втрат урожаю .....	73
5.4. Оцінка капітальних вкладень, рівня рентабельності та строку окупності мобільних сервісних бригад ТОВ «КГ АГРО» .....	74
5.5. Висновок .....	76
Загальні висновки.....	77
література .....	79
додатки.....	82

## ВСТУП

Сільськогосподарські підприємства мають у складі машинно-тракторного парку різну сільськогосподарську техніку: від нової - до такої, що вичерпала нормативні терміни служби; від такої, що знаходиться в хорошому технічному стані - до гранично зношеної; від новітньої конструкції з вбудованими засобами діагностування - до значно морально застарілої. Загальний підхід до формування технічного сервісу різнорідного парку до теперішнього часу не завершений; сервіс різної техніки здійснюється різними методами [1, 2].

Нова сільськогосподарська техніка обслуговується дилерськими центрами фірм-виробників. Однак у післягарантійний період дилери забезпечують користувачів техніки лише запасними частинами; обслуговування, контроль стану та усунення наслідків відмов техніки здійснюється сільгоспвиробниками.

Техніка виробництва України та країн СНД обслуговується і ремонтується силами і засобами сільгоспвиробників. Інженерної служби підприємств сільгоспвиробництва практично не існує. Ремонтні майстерні не укомплектовані кадрами, металорізальне та інше обладнання фізично і морально застаріло. Інструментальна діагностика тракторів не проводиться, механізатори своїми силами усувають наслідки виникаючих відмов.

Існуюча до 90-х років минулого століття територіальна інженерна структура з обслуговування та ремонту машинно-тракторного парку зруйнована. Так, в Дніпропетровській області з досить великої кількості централізованих ремонтних підприємств і ремонтних майстерень районних відділень сільгосптехніки працюють тільки два ремонтні (основна направленість виробництво) заводи і одна ремонтна майстерня, а враховуючи бойові дії то взагалі на сьогодні майже не працюють, так наприклад ремонтний завод у місті Нікополь "Реммаш" було майже зруйновано у 2023 році. Ремонтні роботи мають яскраво виражений сезонний характер: з березня по травень.

Разом з тим за час існування Дертехнагляду та управління сільського господарства, інженерною службою накопичено багатий досвід

централізованого обслуговування тракторів, комбайнів, автомобілів, машин для тваринництва, поливної техніки та іншого.

Оптимальне поєднання централізації в організації робіт з ТО і ремонту з раціональною концентрацією засобів ТО і ремонту може забезпечити значне підвищення рівня технічної експлуатації різномірного парку сільськогосподарської техніки.

Наукова проблема полягає в недостатності знань про склад і структуру системи технічного сервісу АПК, комплекс взаємозв'язків її елементів, що не дозволяє здійснити її ефективне функціонування для забезпечення працездатності різномірного тракторного парку. Тому дослідження з удосконалення функціонування системи технічного сервісу шляхом обґрунтування її складу та проектування структури є одним з актуальних завдань сучасної інженерної науки.

**Об'єкт дослідження:** процес формування та функціонування системи технічного сервісу, що забезпечує працездатність різномірного машино-тракторного парку.

**Предмет дослідження:** взаємозв'язки параметрів стану технічних засобів, технологій технічного сервісу, кваліфікації виконавців при функціонуванні системи технічного сервісу, що забезпечує необхідний рівень працездатності різномірного МТП АПК.

**Апробація роботи:** Карпусь, В. О. (2025). Технічний сервіс різномірного машинно-тракторного парку: проблеми функціонування та напрями удосконалення. *Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Інжиніринг технологій і технічних систем агропромислового комплексу»* (21 листопада 2025 року), ДДАЕУ, Дніпро, (с. 36–39).

## РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ, МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1. Характеристика господарства

Товариство з обмеженою відповідальністю «КГ АГРО» розташоване в Україні, у Дніпропетровській області, Синельниківському районі, у селищі міського типу Покровське (53600), за адресою: вул. Центральна, будинок 13. Господарство є юридичною особою та здійснює діяльність відповідно до чинного законодавства України [3].

Керівником підприємства є Гребенюк Андрій Володимирович, який забезпечує стратегічне управління, організовує виробничі процеси, відповідає за планування, оптимізацію використання техніки, ресурсів та економічну ефективність підприємства. Під його керівництвом господарство динамічно розвивається та впроваджує сучасні технології землеробства й технічного сервісу машинно-тракторного парку.

Основним напрямом діяльності ТОВ «КГ АГРО» є рослинництво, яке включає вирощування зернових, технічних та кормових культур. Загальна площа земельних угідь становить приблизно 3600 га, з яких більшу частину займають ріллі. Господарство спеціалізується на вирощуванні пшениці озимої, ячменю, кукурудзи на зерно, соняшнику та ріпаку. Крім рослинництва, підприємство здійснює діяльність у сфері технічного сервісу сільськогосподарської техніки, має ремонтну майстерню, пункт технічного огляду техніки та склад запасних частин.

Кліматичні умови району. ТОВ «КГ АГРО» розташоване у степовій зоні Дніпропетровської області, яка характеризується помірно – континентальним кліматом із теплим літом та відносно м'якою зимою .

Таблиця 1.1 – Основні кліматичні показники регіону [4]

Показник	Значення
Середньорічна температура повітря	+9...+10 °С
Середня температура липня	+22...+24 °С

Середня температура січня	-4...-6 °С
Середньорічна кількість опадів	420-480 мм
Тривалість вегетаційного періоду	~ 200-210 днів
Переважаючі вітри	Південно-східні та північно-західні
Кліматична зона	Посушлива степова

Клімат району сприятливий для вирощування зернових і технічних культур, однак характеризується нестійкістю опадів та частими літніми засухами. Це потребує застосування сучасних технологій обробки ґрунту, оптимізації системи удобрення та підбору посухостійких сортів культур.

Таблиця 1.2 - Структура земельного фонду господарства [3]

Вид угідь	Площа, га	Частка, %
Рілля	3250	90,3 %
Пасовища	150	4,2 %
Сіножаті	80	2,2 %
Господарські двори, склади, дороги	120	3,3 %
<b>Разом</b>	<b>3600</b>	<b>100</b>

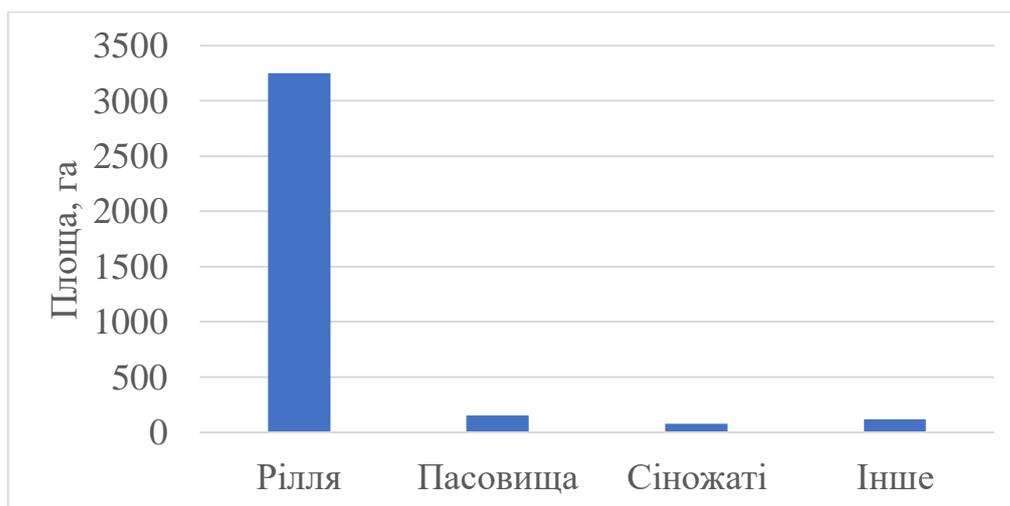


Рисунок 1.1 – Угіддя господарства

Основну частку земель становить рілля, що дозволяє ефективно планувати структуру посівних площ та спеціалізацію виробництва.

Таблиця 1.3 - Основні виробничі показники ТОВ «КГ АГРО» [3]

Показник	Одиниця	Значення
Площа посівів зернових	га	1800
Площа посівів технічних культур	га	1600
Урожайність озимої пшениці	ц/га	52
Урожайність соняшнику	ц/га	25
Урожайність кукурудзи на зерно	ц/га	70
Урожайність ріпаку	ц/га	28
Середньорічна чисельність працівників	осіб	55–65
Фонд оплати праці	млн грн	12–15

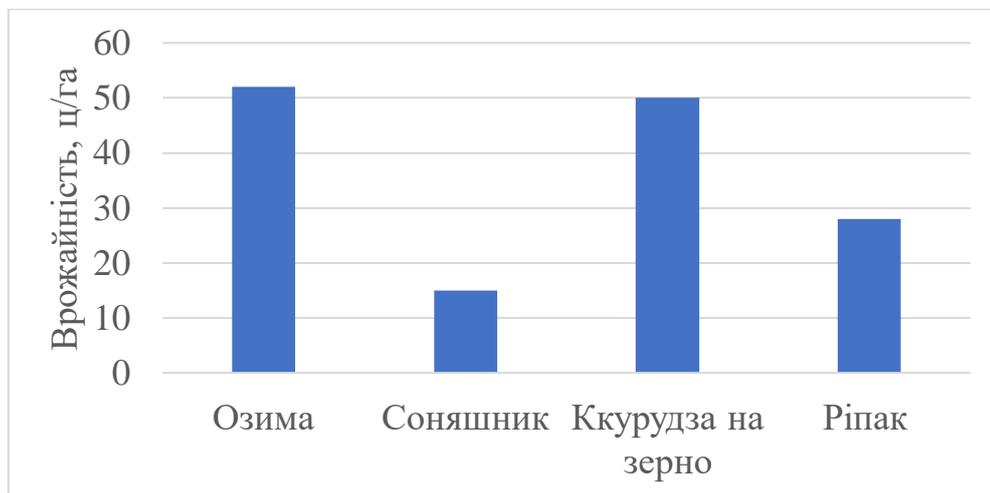


Рисунок 1.2 – Врожайність основних зернових культур

У сезон 2025 року нажаль було досить посушливе літо і кукурудза на зерно дала середній врожай хоча у попередні роки було і 70-75 ц/га, озима пшениця встигла вискочити на зимовій вологі.

**Характеристика машинно-тракторного парку.** Господарство використовує високопродуктивну та різномірну техніку вітчизняного й іноземного виробництва: трактори John Deere, Case IH, New Holland, МТЗ, ХТЗ, ПМЗ зернозбиральні комбайни CLAAS Lexion, ДОН 1500Б навантажувачі, ґрунтообробну техніку, сівалки, оприскувачі тощо.

Таблиця 1.4 – Склад МТП [3]

Вид техніки	Кількість, од.
Трактори різних класів	20
Зернозбиральні комбайни	6
Посівна техніка	10
Ґрунтообробна техніка	25
Оприскувачі	4
Транспортні засоби (вантажні та легкові автомобілі)	7
Інше	25

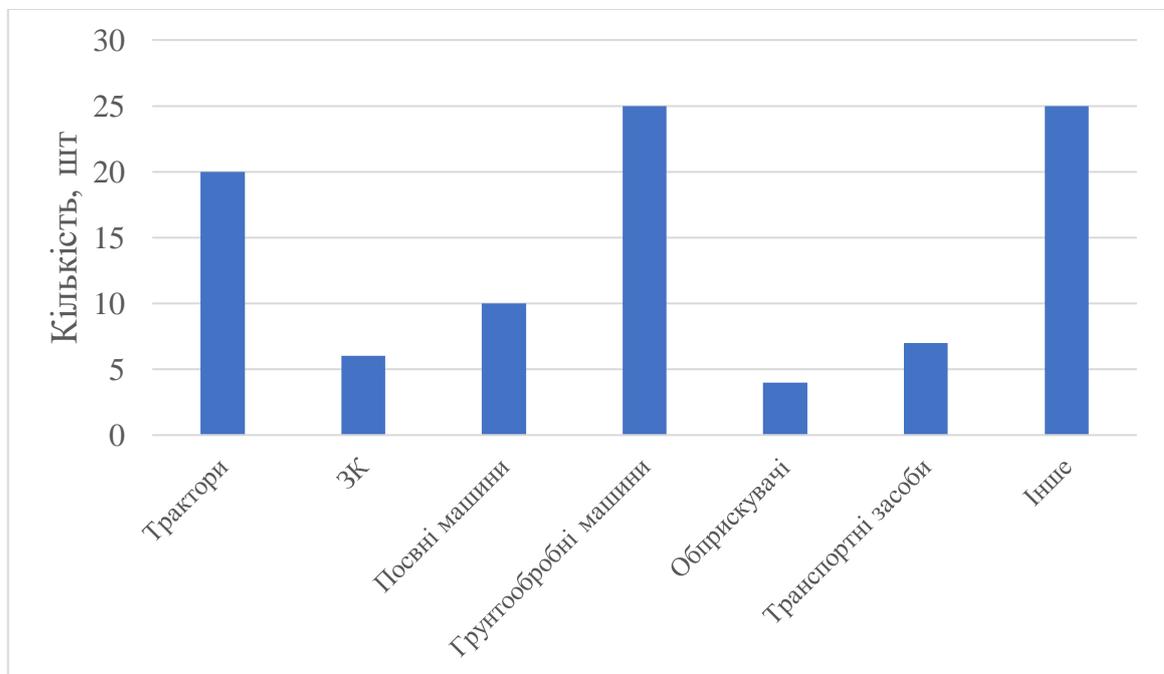


Рисунок 1.3 – Кількісний склад МТП

Наявність різномірної техніки обумовлює необхідність удосконалення системи технічного сервісу, оптимізації графіків ТО, підвищення рівня діагностики та раціонального використання ресурсів.

**Висновки щодо виробничо-господарської діяльності.** ТОВ «КГ АГРО» є сучасним, економічно стабільним підприємством рослинницького профілю з усіма умовами для ефективного ведення сільськогосподарського виробництва. Значна площа земель (3600 га), потужний машинно-тракторний парк та кваліфіковане керівництво забезпечують високий рівень продуктивності.

Водночас різноманітність техніки потребує впровадження ефективної системи технічного сервісу, що є предметом дослідження даної магістерської роботи.

## **1.2. Матеріально-технічна база машинного двору господарства**

Матеріально-технічна база ТОВ «КГ АГРО» забезпечує повний цикл технічного обслуговування, ремонту, сезонної підготовки та зберігання сільськогосподарської техніки. Основні виробничі процеси проводяться на території машинного двору, який є центральним структурним об'єктом технічного сервісу підприємства. Машинний двір включає комплекс будівель, виробничих майданчиків і допоміжних приміщень, що забезпечують ефективну експлуатацію й технічну підтримку різноманітного машинно-тракторного парку.

**Ремонтна майстерня.** На території машинного двору розташована центральна ремонтна майстерня, обладнана всім необхідним для виконання поточного та середнього ремонту тракторів, комбайнів, ґрунтообробної та посівної техніки [3]. У майстерні передбачено:

- слюсарно-механічна ділянка;
- зварювальний пост;
- токарний та свердлильний станки;
- підйомно-транспортне обладнання (талі, домкрати, гідравлічні підйомники);
- окрема ділянка ремонту паливної апаратури;
- місце для діагностики електрообладнання та систем керування;
- склад запасних частин і витратних матеріалів.

В умовах ремонтної майстерні проводяться роботи з технічного обслуговування (ТО-1, ТО-2), сезонні огляди, передпосівна підготовка техніки, регулювання та відновлювальні роботи.

**Відкрита площадка для зберігання техніки.** Велика частина тракторів, ґрунтообробних агрегатів, причепів та допоміжної техніки зберігається на відкритій огороженій площадці, обладнаній:

- твердим асфальтованим покриттям;

- системою відеоспостереження;
- зовнішнім освітленням;
- боковими навісами для сезонного зберігання малогабаритного обладнання;
- окремими підсекторами для техніки різних класів.

Площадка дозволяє раціонально розмістити техніку та забезпечити зручність для її виїзду, сервісного обслуговування та сезонного ремонту.

**Стоянка техніки та гаражні бокси.** На машинному дворі також функціонують гаражні приміщення, які використовуються для зберігання техніки, що потребує захисту від атмосферних опадів або підключення до мережі електроживлення (підзарядка акумуляторів, обігрів у зимовий період). У гаражних боксах підтримується оптимальна температура, наявні вентиляція та протипожежні засоби.

Окрема стоянка призначена для вантажних автомобілів, паливозаправників та транспортних засобів внутрішньогосподарського призначення.

**Паливно-мастильне господарство.** Матеріально-технічна база включає:

- резервуари для дизельного пального;
- заправний пункт із лічильниками видачі;
- склад мастильних матеріалів;
- пункт обліку та контролю витрати ПММ.

Система розташована таким чином, щоб забезпечувати швидке та безпечно обслуговування всіх тракторів і машин.

**Кухня та кімната відпочинку.** Для створення комфортних умов праці на території машинного двору обладнано побутові приміщення, які включають:

- Кухню (їдальню) — місце, де працівники можуть приймати їжу, підігріти страви, під час пікових сезонних навантажень тут забезпечується гаряче харчування.

- Кімнату відпочинку — для короткотермінових перерв між технічними операціями. Тут створені умови для відновлення працездатності (столи, стільці, аптечка, місця для зарядки пристроїв).

- Санітарно-гігієнічні кімнати: духова, умивальники, шафи для зберігання спецодягу.

Наявність побутових приміщень підвищує рівень організації праці, сприяє дотриманню правил техніки безпеки та охорони праці, а також позитивно впливає на продуктивність працівників.

**Склади запасних частин і матеріалів.** На території машинного двору функціонує центральний склад, де зберігаються:

- запасні частини до тракторів та агрегатів;
- ремені, ланцюги, підшипники;
- фільтри, мастильні матеріали, гідравлічні рідини;
- насіннєвий матеріал (у сезон);
- засоби індивідуального захисту та господарчий інвентар.

Склад оснащений стелажними системами, електрокарами для переміщення вантажів та забезпечує цілорічне постачання виробництва необхідними матеріалами.

**Адміністративно-технічний сектор.** У адміністративному приміщенні машинного двору розміщується:

- кабінет завідувача МТП;
- кабінет інженера-енергетика;
- кабінет відповідального за техніку безпеки;
- кімната для ведення документації з ТО та ремонтів (журнали, карти, графіки, форми планування).

Тут здійснюється планування технічних обслуговувань, облік витрат ПММ, контроль виконання ремонтних робіт та управління персоналом технічного сервісу.

Матеріально-технічна база машинного двору ТОВ «КГ АГРО» є комплексною та достатньо розвиненою для забезпечення якісного технічного огляду, обслуговування і ремонту різноманітного машинно-тракторного парку. Наявність ремонтної майстерні, гаражів, складів, побутових приміщень, їдальні та майданчиків для зберігання техніки створює умови для безперебійного функціонування виробництва та гарантування високого рівня надійності машин.

### 1.3. Аналіз забезпеченості машинно-тракторним парком сільськогосподарських підприємств Дніпропетровської області

Рівень забезпеченості сільськогосподарських підприємств Дніпропетровської області технічними засобами є одним із ключових факторів, що визначає ефективність польових робіт, продуктивність землеробства та тривалість агротехнічних операцій. Аналіз статистичних даних Державної служби статистики України свідчить, що область традиційно входить до числа регіонів із найбільш розвиненим рослинництвом та інтенсивним використанням техніки у виробництві.

Машинно-тракторний парк області характеризується значною кількістю тракторів, зернозбиральних комбайнів та широкою номенклатурою ґрунтообробної й посівної техніки. У господарствах переважає змішана структура технопарку, що включає як новітні енергонасичені трактори іноземного виробництва, так і техніку вітчизняного та пострадянського періоду, яка потребує регулярного технічного сервісу та модернізації.

Наявність сільськогосподарської техніки у Дніпропетровській області. Для аналізу використано офіційні дані Держстату за останній період регіональних спостережень (2019 - 2024 рр.) [5]. Витяг з офіційної статистики наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Наявність основних видів сільськогосподарської техніки у с/г підприємствах Дніпропетровської області

Вид техніки	Одиниця	2020	2021
Трактори – всього	шт	9732	9962
у т.ч. трактори колісні	шт	9216	9463
Комбайни зернозбиральні	шт	2018	2089
Сівалки	шт	5716	5927
Борони	шт	11048	10871
Жатки валкові	шт	1338	1435
Доільні апарати, установки та агрегати	шт	110	115

\*Данні наведено на початок бойових дій бо багато територій Дніпропетровської області сьогодні потерпають від обстрілів і чіткої статистики по наявному парку не має і вона змінюється дуже швидко.

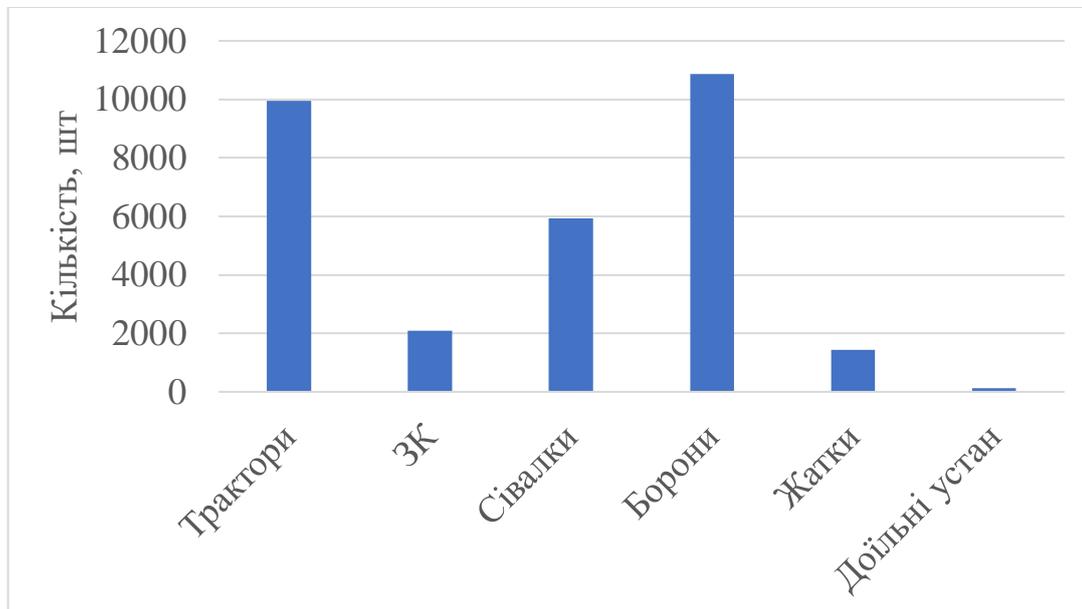


Рисунок 1.4 – Кількісний склад МТП області

1. Тракторний парк. Кількість тракторів у сільськогосподарських підприємствах області у 2021 році зросла порівняно з 2020 роком на 2,4 % (з 9732 до 9962 одиниць) [5]. Зростання спостерігається переважно за рахунок придбання енергонасичених моделей класів 2–5, здатних забезпечувати роботу з широкозахватними агрегатами та сучасними сівалками точного висіву.

Розрахунок забезпеченості технікою (орієнтовно):

- при орних площах області близько 1,7 млн га,
- забезпеченість становить приблизно 5,8 тракторів на 1000 га ріллі, що відповідає середньому рівню по степовій зоні України.

2. зернозбиральні комбайни. Кількість комбайнів у 2021 році становила 2089 шт (+3,5 % відносно 2020 року). Це дозволяє забезпечити оптимальну тривалість збирання ранніх зернових — у межах 10–12 днів, що є важливим фактором мінімізації втрат урожаю.

У середньому в області припадає 1 комбайн на 815 га зернових посівів, що відповідає рекомендованим нормам (750–900 га/комбайн).

3. Ґрунтообробна і посівна техніка. Кількість сівалок збільшилася з 5716 до 5927 одиниць, що свідчить про активне оновлення парку та перехід господарств на точні та високопродуктивні технології.

Кількість борін дещо зменшилася (–1,6 %), що, ймовірно, пояснюється:

- заміною традиційних борін на комбіновані культиватори;
- переходом до мінімального та нульового обробітку ґрунту;
- оновленням застарілої техніки на агрегати з більшою продуктивністю.

4. Спеціалізоване обладнання. Незначне збільшення кількості доїльних установок свідчить про стриманий розвиток молочного скотарства, що характерно для степової зони. Область має виражену рослинницьку спеціалізацію, що впливає на структуру техніки.

Загальні тенденції розвитку технічного забезпечення області

1. Поступове оновлення техніки – зокрема тракторів і комбайнів, що є позитивною тенденцією для аграрного сектору.

2. Змішаний характер парку техніки – присутність сучасної імпортої техніки поруч із застарілою потребує розвитку системи технічного сервісу.

3. Перехід до ресурсозберігаючих технологій – зменшення кількості борін та збільшення кількості комбінованих агрегатів опосередковано вказує на застосування мінімального та нульового обробітку ґрунту.

4. Підвищення навантаження на техніку – велика площа угідь області обумовлює інтенсивну експлуатацію тракторів і комбайнів, що вимагає високого рівня технічного сервісу.

5. Потреба у розвитку сервісної інфраструктури – через значну різноманітність техніки збільшується потреба в якісній діагностиці, підготовці персоналу та забезпеченні запасними частинами.

Аналіз забезпеченості машинно-тракторним парком Дніпропетровської області показує, що регіон має один із найбільших технічних потенціалів у сільському господарстві України. Зростання кількості тракторів і комбайнів у 2021 році свідчить про тенденцію до оновлення технічної бази та підвищення ефективності виробництва.

Разом з тим, змішаний і різнорідний склад машинно-тракторного парку потребує удосконалення системи технічного сервісу, модернізації ремонтних майстерень, оптимізації графіків технічних обслуговувань і підвищення вимог до організації ремонту машин.

Це безпосередньо підтверджує актуальність та практичну значущість теми дослідження, пов'язаної з удосконаленням системи технічного сервісу.

#### **1.4. Сучасний стан технічного обслуговування та ремонту (технічного сервісу) машинно-тракторного парку сільськогосподарських виробничих формувань**

Ефективність функціонування машинно-тракторного парку (МТП) сільськогосподарських підприємств значною мірою залежить від рівня організації технічного обслуговування та ремонту техніки. В умовах інтенсивного використання, зростання енергонасиченості агрегатів та переходу до нових технологій землеробства система технічного сервісу набуває особливо важливого значення.

Сучасний технічний сервіс аграрних формувань України за своїм змістом представляє комплекс взаємопов'язаних процесів, що забезпечують готовність техніки до роботи, мінімізацію простоїв, зниження витрат на ремонт і підвищення загальної продуктивності механізованих робіт.

**Загальна характеристика технічного сервісу в Україні.** У більшості сільськогосподарських підприємств технічний сервіс зберіг традиційну структуру, що включає [6, 7, 8, 9]:

- планово-попереджувальну систему ТО;
- поточні та середні ремонти;
- сезонне технічне обслуговування;
- діагностику технічного стану;
- зберігання техніки на машинних дворах;
- забезпечення запасними частинами та витратними матеріалами.

Разом із тим, через зростання парку іноземної техніки (John Deere, Case IH, New Holland, Claas, JCB та ін.) збільшується потреба у використанні нових сервісних технологій, таких як комп'ютерна діагностика, оновлення програмного забезпечення електронних систем керування, точне регулювання гідравлічних та паливних систем.

**Оновлення та різномірність машинно-тракторного парку.** В аграрних підприємствах України МТП відзначається високою різномірністю:

- техніка різних років випуску – від 1980-х до сучасних моделей;
- наявність імпортованих і вітчизняних машин;
- різні стандарти запчастин, вузлів і електронних систем;
- невідповідність окремих машин сучасним технологіям обробки.

Це ускладнює технічний сервіс, збільшує потребу в кваліфікованих спеціалістах, а також уніфікованих системах постачання запасними частинами.

**Проблеми сучасної системи технічного обслуговування.** Попри загальний розвиток технічної інфраструктури, у системі технічного сервісу переважає низка проблем (рис. 1.5):

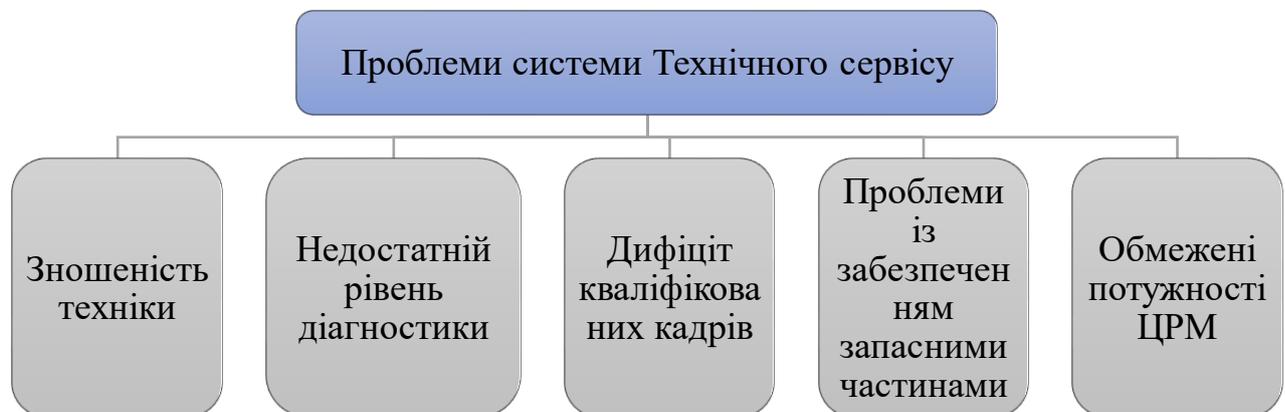


Рисунок 1.5 – Проблеми технічного сервісу

#### 1) Зношеність техніки

За даними галузевих оглядів, частка тракторів, що експлуатуються понад нормативний строк (10–12 років), перевищує 55–60 %. Це підвищує аварійність, збільшує потребу в ремонтах та навантаження на технічний персонал.

#### 2) Недостатній рівень діагностики

У багатьох господарствах діагностичне устаткування або застаріле, або відсутнє. Це призводить до виконання ремонтів «за фактом відмови», а не за технічним станом.

### 3) Дефіцит кваліфікованих кадрів

Механізатори та слюсарі-ремонтники часто не мають навичок роботи з електронними системами сучасних тракторів і комбайнів.

### 4) Проблеми із забезпеченням запасними частинами

Постачання оригінальних вузлів для імпортової техніки інколи затримується, що спричинює простої у сезон.

### 5) Обмежені потужності ремонтних майстерень

У багатьох господарствах майстерні не розраховані на ремонт важкої техніки та великих широкозахватних агрегатів.

**Тенденції розвитку технічного сервісу.** На сьогодні у сільськогосподарських підприємствах спостерігається низка нових тенденцій у сфері технічного сервісу:

#### 1) Впровадження моделі обслуговування за технічним станом

Сучасні трактори оснащені датчиками, що дозволяють здійснювати моніторинг навантаження, тиску, температури та вібрації. Це сприяє переходу до системи Predictive Maintenance.

#### 2) Сервісні центри офіційних дилерів

Великі господарства дедалі частіше користуються послугами дилерських сервісних центрів, які забезпечують:

- гарантійний ремонт;
- комп'ютерну діагностику;
- швидку заміну вузлів;
- мобільні сервісні бригади.

#### 3) Електронні системи обліку ТО

Впроваджуються онлайн-системи для контролю пробігу, мотогодин, виконання планів технічних обслуговувань, витрати ПММ.

#### 4) Уніфікація техніки

Підприємства поступово переходять на техніку одного або двох виробників, що спрощує сервіс, навчання персоналу, закупівлю запчастин.

#### 5) Розвиток мобільного технічного сервісу

Мобільні станції ТО дозволяють виконувати частину операцій безпосередньо в полі, що мінімізує простої техніки в сезон.

**Стан технічного сервісу у виробничих формуваннях Дніпропетровської області.** Специфіка регіону з великою площею ріллі та високим рівнем механізації робіт формує підвищені вимоги до технічного сервісу:

- інтенсивне навантаження на техніку під час весняно-польових та збиральних кампаній;
- швидка зношуваність ґрунтообробних агрегатів через важкі чорноземи;
- потреба у великій кількості мобільних ремонтних бригад;
- значна частка імпортової техніки, що потребує спеціалізованих сервісних послуг.

Багато господарств області створюють власні ремонтні бази, однак у періоди пікових навантажень активно співпрацюють із дилерськими центрами CLAAS, John Deere, Case IH, Massey Ferguson тощо (рис. 1.6).

#### 1.3 – Дилери та сервіси області [10, 11, 12, 13]

№	Назва компанії	Основні бренди техніки	Послуги сервісу	Місцезнаходження
1	Агротек-Інвест	John Deere	Продаж техніки, гарантійний та післягарантійний ремонт, мобільний сервіс, склад запчастин	м. Дніпро
2	НФМ Агро	Case IH, Steyr	Продаж техніки, капітальний та середній ремонт, мобільні бригади, комп'ютерна діагностика	м. Дніпро
3	ТМІ Україна	CLAAS, AMAZONE, HORSCH	Продаж техніки, сервіс, забезпечення оригінальними запасними частинами, виїзні інженери	м. Дніпро
4	АМАКО Україна	Massey Ferguson, Fendt,	Технічний сервіс, діагностика, ремонт вузлів,	Дніпропетровська обл.,

		Valtra, Challenger	забезпечення ПММ і запчастинами	дилерський центр
5	Агроресурс	Lemken, Kuhn, Gaspardo	Поставка сівалок, ґрунтообробної техніки, гарантійне та пост-гарантійне обслуговування	м. Дніпро
6	Агріматко-Україна	Massey Ferguson, Fendt, Challenger	Продаж техніки, сервіс, склад запасних частин, мобільні групи	Дніпро та регіон
7	Valli Trade / Manitou Ukraine	Manitou	Продаж телескопічних навантажувачів, сервісне обслуговування, швидка заміна гідравлічних компонентів	м. Дніпро
8	Інтер Агро Лтд	KUHN, Hardi, Olimac	Реалізація техніки, сервіс, діагностика систем точного землеробства	Дніпро
9	Техноторг-Дніпро	Zoomlion, Solis, Fortschritt	Продаж тракторів середнього класу, ремонт, забезпечення запчастинами	Дніпро
10	Маслоагротехсервіс	Вітчизняна техніка (Білорус, ЮМЗ, ЛАН)	Ремонт тракторів, двигунів, паливної апаратури, зварювальні послуги	Дніпропетровський р-н
11	Агроснаб Дніпро	Сівалки та обприскувачі різних брендів	Ремонт сівалок, обприскувачів, гідравліки, поставка комплектуючих	м. Дніпро
12	Євразія-Сервіс	New Holland (партнерські поставки)	Сервіс та діагностика імпортової техніки, монтаж і регулювання електронних систем	м. Дніпро
13	Агроальянс	Case IH Gregoire & Besson (Франція), Moresil (Іспанія), Maschio Gaspardo (Італія) дилер двигунів FPT Industrial Manitou Lemken	Дилерська та сервісна компанія у сфері сільськогосподарської техніки, запчастин, технічного обслуговування, фінансування аграрної техніки.	м. Дніпро,

## Найбільші це Агротек інвест



## ТМІ Україна



## Амако Україна



## Агроальянс



Рисунок 1.6 – Найбільш крупні представники дилерсько-сервісних компаній

Аналіз дилерської та сервісної інфраструктури Дніпропетровської області свідчить, що регіон має один із найбільш розвинених технічних центрів

аграрного сервісу в Україні. У області представлені офіційні дилери провідних світових брендів сільськогосподарської техніки — John Deere, Case IH, New Holland, CLAAS, AMAZONE, Massey Ferguson, Fendt, HORSCH, KUHN, Lemken, що забезпечує можливість ефективної підтримки машинно-тракторних парків різної складності.

Значна частка компаній пропонує послуги мобільного сервісу, що критично важливо під час сезонних робіт, коли простої техніки призводять до суттєвих фінансових втрат. Розгалужена мережа сервісних центрів, складів запчастин і кваліфікованих інженерів створює умови для оперативного виконання технічного обслуговування, діагностики та ремонту як вітчизняної, так і імпортової техніки. Така інфраструктура є ключовою передумовою підвищення надійності та ефективності експлуатації машинно-тракторного парку аграрних підприємств області.

Нижче наведена схема проведення ремонтно-обслуговуючих дій при різних формах господарювання (рис. 1.7).

Сучасний стан технічного обслуговування та ремонту машинно-тракторного парку сільськогосподарських формувань характеризується значною різноманітністю техніки, високим ступенем її зношення та зростанням потреб у кваліфікованому сервісі.

Основними тенденціями розвитку системи технічного сервісу є:

- перехід до діагностики за технічним станом;
- збільшення ролі дилерських сервісних центрів;
- цифровізація обліку та планування ТО;
- впровадження мобільного технічного сервісу;
- оновлення матеріально-технічної бази господарств.

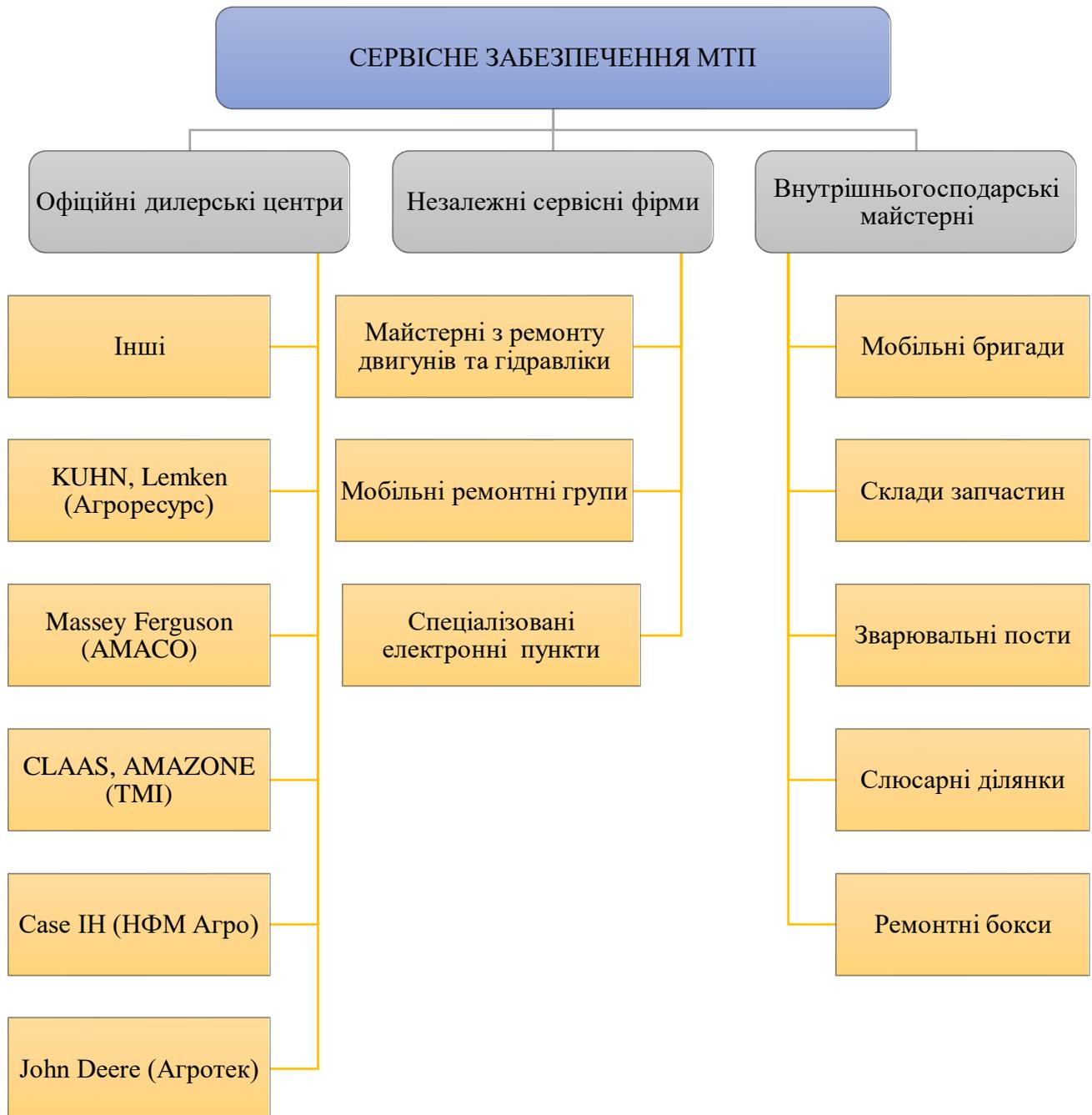


Рисунок 1.8 – Сервісне забезпечення МТП

Таким чином, удосконалення системи технічного сервісу стає ключовою умовою підвищення надійності та ефективності експлуатації різноманітного машинно-тракторного парку, що формує необхідність подальших наукових досліджень та практичних рішень, спрямованих на оптимізацію сервісних процесів.

## 1.5. Висновки та задачі досліджень

Проведений вище аналіз показує, що застосовувані методологічні підходи не в повній мірі можуть бути використані для комплексного вирішення завдання формування якості функціонування системи технічного сервісу, що забезпечує працездатність тракторів, в умовах, коли частина тракторного парку складають трактори зі значним терміном експлуатації і виробленим більшою частиною ресурсом, низькою надійністю і наявною ремонтною базою. Інша частина парку – трактори зарубіжних фірм з високою продуктивністю і обіцяною високою надійністю; з дилерськими центрами з гарантійного обслуговування і продажу запчастин.

Існує, таким чином, проблемна ситуація, що характеризується наступними протиріччями:

1) між необхідністю реалізації системи спеціалізованого технічного сервісу тракторів і відсутністю методів формування такої системи технічного сервісу;

2) між потребою в теоретико-методологічному обґрунтуванні комплексу взаємозв'язків елементів системи спеціалізованого технічного сервісу, що визначає якість функціонування системи, та обґрунтованих окремих сторонах, аспектах системи технічного сервісу;

3) між широким розкидом характеристик експлуатованих тракторів (конструктивних, експлуатаційних, надійних) і вузькою технологічною спеціалізацією суб'єктів технічного сервісу;

4) між пристосованістю частини тракторів до діагностування і вимогами скорочення тривалості технічного сервісу всього парку тракторів.

Мета дослідження: розробка методології формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу парку тракторів АПК шляхом обґрунтування складу системи при проектуванні її структури.

Об'єкт дослідження: процес формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу, що забезпечує працездатність парку тракторів АПК.

Предмет дослідження: взаємозв'язки параметрів стану тракторів, технологій технічного сервісу, кваліфікації виконавців при формуванні якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу, що забезпечує необхідний рівень працездатності різноманітного парку тракторів АПК.

Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні завдання:

1. Обґрунтувати склад і здійснити концептуальне проектування системи спеціалізованого технічного сервісу тракторного парку.
2. Провести аналітичний опис і дослідження процесу функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу.
3. Визначити методологічні принципи формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу та методи забезпечення якості технічного сервісу різноманітного парку тракторів АПК.
4. Розробити рекомендації щодо ефективного функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу при забезпеченні працездатності парку тракторів АПК.
5. Провести перевірку основних результатів досліджень та оцінити їх очікувану ефективність.

## РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

### 2.1. Модель системи технічного обслуговування та ремонту

Забезпечення працездатності тракторів у складі агрегатів здійснюється в результаті діяльності працівників служб технічного обслуговування, фахівців з технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки [8, 14]. Ця діяльність здійснюється з використанням різних технічних засобів; як правило, є цілеспрямованою; проводиться з урахуванням процесів, що відбуваються в вузлах, складальних одиницях і підсистемах тракторів; полягає в тому, що реалізуються певні технології технічного сервісу [6]. Працівники служб технічного сервісу можуть працювати індивідуально, без урахування роботи інших колег, або груповим методом, коли виконуваний обсяг робіт розподілений між працівниками на основі будь-якого критерію, при цьому цілі технічного сервісу можуть бути також різними.

У першому наближенні схема взаємозв'язків між перерахованими елементами системи технічного сервісу матиме вигляд (рисунок 2.1) [6]:

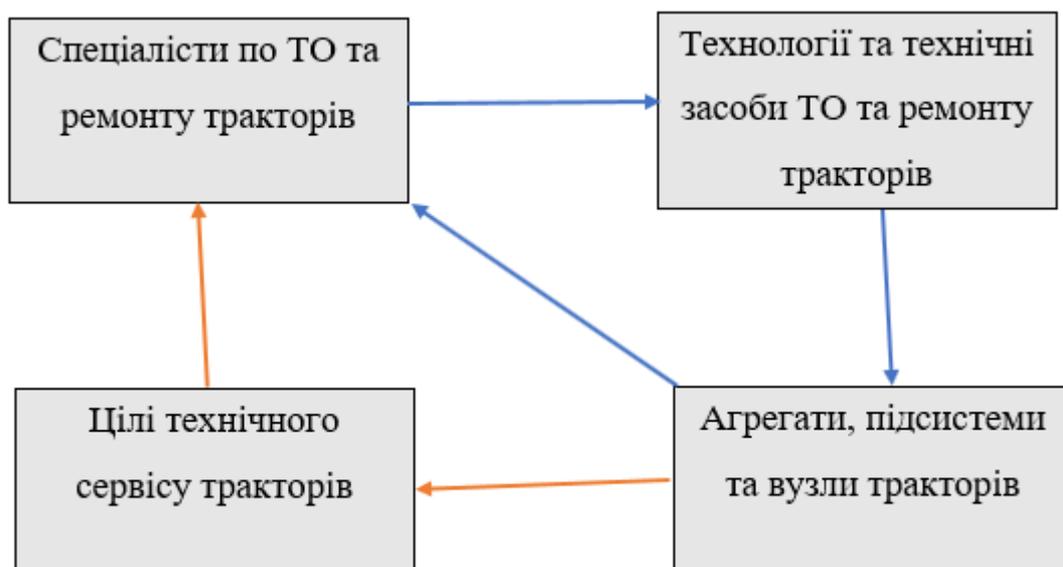


Рисунок 2.1 - Схема взаємозв'язків між перерахованими елементами системи технічного сервісу

Модель системи ТО та ремонту відповідно до ДСТУ 18322-98 виглядає наступним чином:

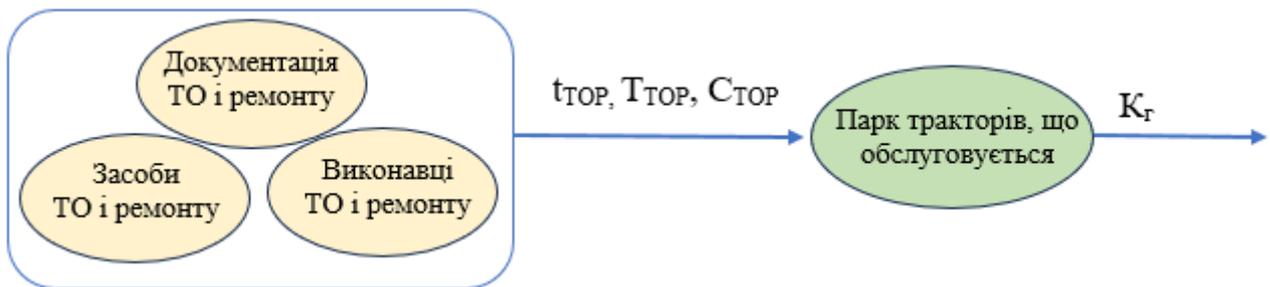


Рисунок 2.2 – Модель системи ТО та ремонту тракторів

Математичний опис системи ТО та ремонту:

$$C_{ТОР} = f(t_{ТОР}, N_{в}) \rightarrow C_{НОРМ} \quad (21.)$$

де  $N_{в}$  – чисельність виконавців ТО та ремонту.

Величина витрат на ТО та ремонт залежить від тривалості ТО та ремонту, і чисельності виконавців ТО та ремонту і не повинна перевищувати нормативного значення  $C_{НОРМ}$ . Разом з тим, величина витрат і якість ТО і ремонту буде залежати від того, який суб'єкт територіальної інженерної служби буде залучений для виконання робіт з ТО і ремонту [15].

Нам видається можливим виділення трьох рівнів впливу на трактори з метою забезпечення їх працездатності:

- 1-й рівень – щозмінне ТО і ТО-1 тракторів;
- 2-й рівень – складні види ТО вузлів, агрегатів і підсистем тракторів–двигунів, трансмісій, гідросистем, електрообладнання;
- 3-й рівень – періодичний загальний контроль і інструментальна оцінка технічного стану тракторів.

Перший рівень може здійснюватися силами мобільних ланок господарств або виїзних бригад міжфермерських об'єднань, тобто на міжгосподарському рівні та рівні підприємства.

Другий рівень може здійснюватися силами мобільних бригад, спеціалізованих регіональних сервісних ремонтних підприємств, тобто на районному та міжгосподарському рівні.

Третій рівень може здійснюватися силами і засобами дилерів фірм виробників сільськогосподарської техніки, тобто на обласному рівні.

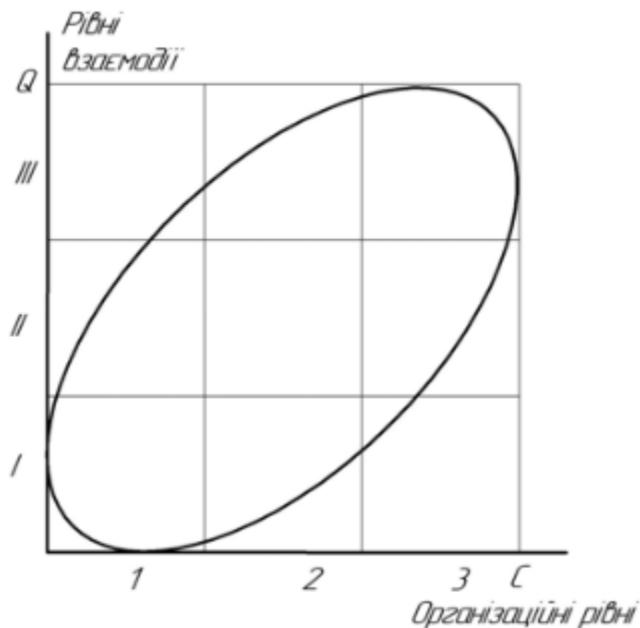


Рисунок 2.3 – Теоретичний розподіл рівнів технічного сервісу за організаційними рівнями



Рисунок 2.4 – Рівні впливу на трактор

Таким чином, завдання зводиться до розподілу обсягів робіт з ТО тракторів між можливими різнорівневими суб'єктами технічного сервісу.

Загальна постановка завдання: для забезпечення працездатності тракторів необхідно виконати обсяг робіт  $Q_j$  з ТО різної складності  $x_{ij}$  (Таблиця 2.1), при відомій вартості послуг ТО технічним сервісом різного рівня  $C_i$ ,

Відомі:

- частка забезпечення якості  $j$ -ї роботи виконавцями  $i$ -го рівня технічного сервісу  $a_{ij}$ ,
- ступінь збільшення витрат на усунення наслідків відмов при зниженні якості ТО  $b_{ij}$ ,
- питома вартість втрат врожаю  $d_{ij}$  при простоях тракторів при реалізації технічного сервісу 1-го рівня,
- зниження ефективності технічного сервісу наступних рівнів від зниження якості технічного сервісу на попередніх рівнях  $e_{ij}$ ,
- коефіцієнт обліку транспортних витрат мобільних ланок  $g_i$ .

Таблиця 2.1 – Завдання розподілу обсягів робіт з технічного сервісу тракторів між рівнями технічного сервісу

	$Q_1$				$Q_2$				$Q_3$				
$C_1$	$x11$				$x12$				$x13$				
	$a11$	$b11$	$d11$	$g_1$	$a12$	$b12$	$e112$	$g_1$	$a13$	$b13$	$e113$	$e123$	$g_1$
$C_2$	$x21$				$x22$				$x23$				
	$a21$	$b21$	$d21$	$g_2$	$a22$	$b22$	$e212$	$g_2$	$a23$	$b23$	$e213$	$e223$	$g_2$
$C_3$	$x31$				$x32$				$x33$				
	$a31$	$b31$	$d31$	$g_3$	$a32$	$b32$	$e312$	$g_3$	$a33$	$b33$	$e312$	$e323$	$g_3$

Завдання відноситься до розряду завдань розподілу ресурсів або транспортних завдань.

Необхідно виконати необхідний обсяг робіт з ТО трьох рівнів складності, розподіливши його за рівнями технічного сервісу, так, щоб сума витрат і збитків була мінімальною:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij} x_{ij} a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_j \rightarrow \min \quad (2.2)$$

при накладених обмеженнях (2.3).

Для дослідження зручно перейти до мінімізації безрозмірної величини, скоротивши попередню формулу на винесену за знак суму вартості послуг ТО першого рівня  $C_1$  і ввівши величину  $K_{ij} = C_{ij} / C_1$ .

Мінімізація дозволяє визначити значення коефіцієнта вартості послуг технічного сервісу, що відповідають переходу до того чи іншого рівня технічного сервісу.

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{i,j} = \sum_{j=1}^3 x_{i,j} \\ C_1 < C_2 < C_3 \\ a_{ij} \leq 1; e_{ij} \leq 1 \\ b_{ij} \geq \left( \frac{1}{a_{ij}} \right)^j \\ C_1 < d_{j1} < 20C_1 \\ g_i \leq 0,5C_i \end{array} \right. \quad (2.3)$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 K_{ij} x_{ij} a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_j \rightarrow \min \quad (2.4)$$

де  $K_{ij}$  – коефіцієнт вартості послуг технічного сервісу.

Однак, ввівши позначення  $a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_i = K_n^0$  - узагальнений коефіцієнт витрат і втрат, можна помітити можливість його рівності для різних рівнів технічного сервісу при різних значеннях приватних коефіцієнтів  $a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_i$ . У такому випадку задача може мати незліченну кількість рішень – варіантів розподілу робіт між рівнями технічного сервісу.

Одним з ефективних методів вирішення задач такого роду є симплекс-метод [16].

Обчислювальний експеримент проводився для умов модельної території.

Кількість обслуговуваних тракторних агрегатів – 25 шт. У складі агрегату – трактори класу 5-6 тс. Агрегати протягом сезону польових робіт змінюють свій склад; загальний напрацювання тракторів становить при цьому три періодичності ТО-3.

Для кожного рівня технічного сервісу визначено склад мобільної ланки (виїзної бригади) у кількості 4-х осіб. Це дозволяє, як було показано нами раніше, знизити тривалість простоїв на ТО удвічі.

Величина витрат, в граничному варіанті, з переходом на інший рівень технічного сервісу, змінюється в припущенні:

$$Z_1 = e^{(n-1)} Z_{min} \quad (2.5)$$

де  $n$  – рівень технічного обслуговування. 1-й рівень, щоденне ТО і ТО-1 тракторів – витрати мінімальні, ..  $Z_1 = e^{(n-1)} Z_{min} = Z_{min}$ .

2-й рівень, складні види ТО вузлів, агрегатів і підсистем тракторів – витрати становлять  $Z_1 = e^{(n-1)} Z_{min} \approx 3Z_{min}$ .

3-й рівень, контроль та інструментальна оцінка технічного стану тракторів силами та засобами дилерів фірм-виробників – витрати становлять

$$Z_1 = e^{(n-1)} Z_{min} \approx 9Z_{min} \text{ (див. таблицю 2.2).}$$

Таблиця 2.2 – Параметри моделі розподілу обсягів робіт з технічного сервісу тракторів між рівнями технічного сервісу

Показник	Рівень сервісу	Q1	Q2	Q3
Коефіцієнти у залежності (варіанти розрахунку, рівень мінімальних витрат на ТО)	1	3,0	9	–
	2	2,3	6	–
	3	1,6	3	–
Забезпечення рівня якості $j$ -ї роботи виконавцями $i$ -го рівня сервісу ( $a_{ij}$ )	1	0,9	0,7	0,45
	2	1	0,9	0,7
	3	1	1	0,9
	1	0,9	0,7	0,45

Зростання витрат на усунення відмов через зниження якості ТО ( $b_{ij}$ )	2	1	0,9	0,7
	3	1	1	0,9
Питома вартість втрат урожаю при простоях трактора (реалізація ТО 1-го рівня) ( $d_{i1}$ )	1	0,9	–	–
	2	1,4	–	–
	3	1,9	–	–
Зниження ефективності наступних рівнів сервісу через зниження якості попередніх рівнів ( $e_{ij}$ )	1	–	0,8	0,6
	2	–	0,9	0,8
	3	–	1,0	0,9
Коефіцієнт урахування транспортних витрат мобільних ланок ( $g_i$ )	1	1,1	1,1	1,1
	2	1,2	1,2	1,2
	3	1,4	1,4	1,4

Розрахунки показали, що при істотній різниці у вартості послуг технічного сервісу суб'єктами різного рівня завдання має єдине рішення: роботи з ТО різної складності повинні проводитися на відповідних рівнях технічного сервісу. У разі збігу величин питомих витрат різних рівнів технічного сервісу для робіт з ТО будь-якого рівня завдання не має єдиного рішення.

Відсутність єдиного (або кращого) рішення за економічним критерієм передбачає наявність інших критеріїв, що визначають розподіл обсягів ТО різної складності між рівнями технічного сервісу: техніко-економічні (максимальна продуктивність, стабільність технологічного процесу), технологічні (показники якості технічного сервісу), експлуатаційні, інші (психологічні, естетичні, ергономічні) [17].

Для досягнення мети даного дослідження найбільш відповідним є критерій якості технічного сервісу. При організації технічного сервісу парку тракторів важливо забезпечити високі значення ступеня відповідності виконаних обсягів робіт технічного сервісу необхідним обсягам і ступеня відповідності періодичності ТО нормативним значенням.

Виконання необхідних обсягів робіт технічного сервісу можливе як організаційними методами, так і вдосконаленням засобів діагностування та технічного обслуговування. З урахуванням того, що документація ТО і ремонту може бути віднесена частиною до обслуговуваних тракторів, а частиною до засобів ТО і ремонту (див. рисунок 2.2), визначаючи разом з ними технології ТО

і ремонту, пропонується наступний варіант системи технічного сервісу тракторів (Рисунок 2.4).

Однак кожен з елементів технічного сервісу має різні властивості, складну структуру, що визначає вид і кількість взаємозв'язків елементів, і, в кінцевому рахунку, безліч варіантів технічного сервісу тракторів [18].

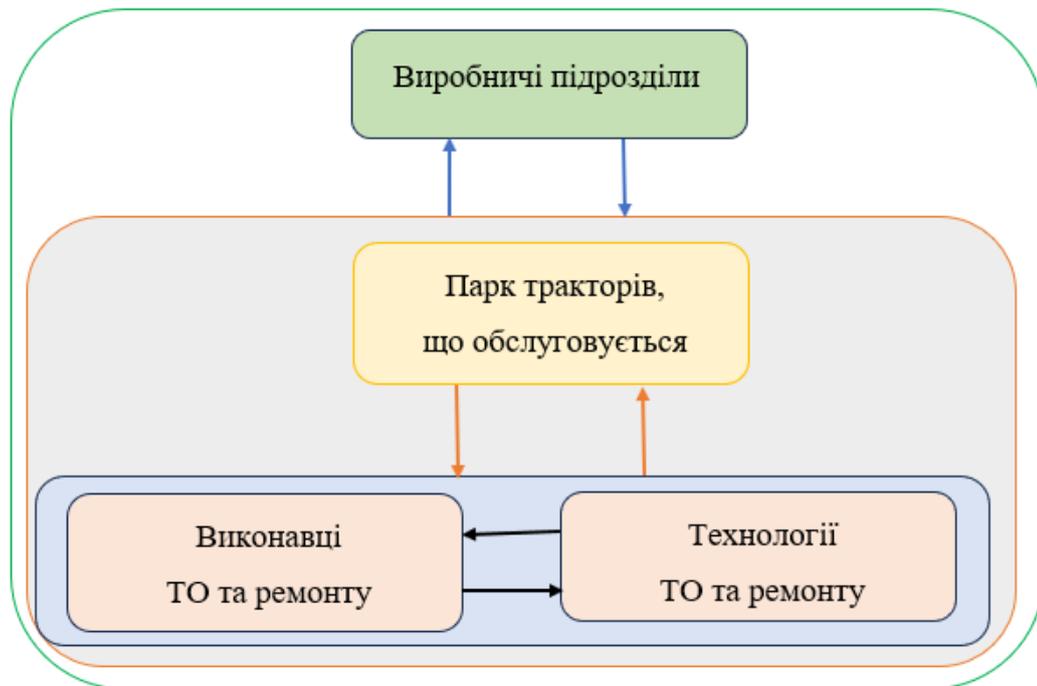


Рисунок 2.4 – Модель системи технічного сервісу тракторів Для формування концепції системи технічного сервісу тракторів виділимо наступні базові поняття

цілі – результат, очікуваний виробничими підрозділами від діяльності виконавців ТО та ремонту;

процеси в технічних системах (ТС) – процеси, що відбуваються в вузлах, складальних одиницях і підсистемах тракторів, що призводять до зміни їх працездатності;

технології ТО і Р – технології виконання операцій технічного сервісу, що реалізуються для забезпечення працездатності тракторів;

виконавці ТО і Р – люди певної кваліфікації (сервісні інженери), об'єднані в групу необхідної чисельності для виконання робіт з технічного обслуговування вузлів, складальних одиниць і підсистем тракторів.

Розглянемо подібним чином кожне з базових понять і відповідних їм елементів системи технічного сервісу.

## **2.2. Цілі технічного обслуговування та ремонту тракторів**

Основною метою технічного обслуговування та ремонту тракторів є забезпечення їх безвідмовної, ефективної та безпечної роботи протягом усього строку експлуатації. Комплекс заходів технічного сервісу спрямований на підтримання працездатності агрегатів, зниження інтенсивності зношування та попередження відмов, що дозволяє гарантувати високу продуктивність механізованих робіт. Важливою ціллю є своєчасне виявлення і усунення технічних відхилень, що дає змогу запобігати аварійним поломкам, а також значно зменшувати витрати на подальші ремонтні операції.

Технічне обслуговування тракторів забезпечує оптимальні техніко-економічні показники роботи машин, включаючи зниження витрат пального, мастильних матеріалів та підтримання номінальної потужності двигуна. Регулярні регулювальні операції, діагностика паливної, гідравлічної та електричної систем сприяють стабільній роботі всіх функціональних підсистем трактора. Одним із ключових аспектів є забезпечення безпеки праці механізатора шляхом перевірки справності гальмівної системи, рульового керування, з'єднань, блокувань і робочих механізмів [6, 18].

Ремонти тракторів у системі технічного сервісу спрямовані на відновлення працездатності деталей, вузлів і агрегатів, що зазнали зношування або відмови. Вони забезпечують відновлення початкових експлуатаційних характеристик машини та продовження її ресурсу. Важливою ціллю ремонтних робіт є мінімізація простоїв, оскільки затримка техніки під час посівної чи збиральної кампанії призводить до значних економічних втрат підприємства. Раціональна система ТО та ремонту дозволяє зменшити загальні витрати на експлуатацію, оптимізувати використання запасних частин і збільшити коефіцієнт технічної готовності машинно-тракторного парку.

Технічне обслуговування також забезпечує підготовку техніки до сезонних навантажень — передпосівної, літньої, осінньої та зимової експлуатації, що дозволяє трактору працювати у різних кліматичних умовах без зниження продуктивності. Важливою складовою є дотримання екологічних норм, оскільки своєчасне регулювання паливної апаратури та системи випуску зменшує рівень шкідливих викидів. Узагальнюючи, технічне обслуговування та ремонти тракторів мають на меті підвищення надійності, довговічності та ефективності роботи всієї технічної системи, що забезпечує високу результативність механізованих процесів у сільському господарстві.

### **2.3. Технології технічного обслуговування та ремонту тракторів**

Технології технічного обслуговування та ремонту тракторів охоплюють комплекс організаційних, діагностичних, регулювальних і відновлювальних операцій, спрямованих на забезпечення безвідмовної роботи машин у процесі експлуатації. Сучасні підходи до ТО та ремонту базуються на принципах надійності, технологічності, економічності та мінімізації простоїв машинно-тракторного парку [6, 8, 19].

Технологічний процес технічного обслуговування передбачає систематичне виконання регламентованих операцій у визначені пробіги або напрацювання. Елементи ТО включають контрольні, діагностичні, змащувальні, кріпильні та регулювальні роботи, що забезпечують підтримання оптимальних технічних параметрів вузлів і агрегатів. Особлива увага приділяється системам двигуна, трансмісії, гідравліки, електрообладнання, підвіски, гальмівної та ходової частини, оскільки саме вони визначають працездатність і безпеку трактора. Застосування сучасних приладів — газоаналізаторів, інжекторних тестерів, тепловізорів, сканерів CAN-шини — дозволяє точно встановлювати технічний стан та прогнозувати ризики відмов.

Технології ремонту спрямовані на відновлення працездатності та початкових характеристик вузлів, що зазнали зношування в процесі експлуатації. Ремонтні операції поділяються на поточні, середні та капітальні ремонти.

Поточний ремонт включає заміну швидкозношуваних деталей, усунення дрібних несправностей, регулювання і монтаж окремих елементів. Середній ремонт охоплює відновлення окремих агрегатів і вузлів (зчеплення, КЗП, гідросистема, стартер, генератор). Капітальний ремонт полягає у повному розбиранні, дефектації та відновленні або заміні базових груп деталей — циліндро-поршневої групи, колінчастого вала, коробки передач, мостів тощо.

Сучасні технології відновлення використовують широкий спектр методів: наплавлення, газотермічне напилення, плазмове зміцнення, лазерну обробку, встановлення ремонтних вкладишів і гільз, полімерні компаунди, металополімери, рихтувальні технології та високоточне шліфування. Ефективність ремонтних технологій забезпечується використанням спеціалізованого обладнання — стендів для перевірки паливної апаратури, потокових стендів КЗП, випробувальних установок гідроагрегатів, балансувальних машин для колінчастих валів.

Важливою складовою є технології сезонного обслуговування тракторів. Підготовка до зимової експлуатації включає перевірку систем охолодження, застосування низькотемпературних мастил, діагностику акумуляторних батарей, перевірку теплопускових пристроїв і електропідігрівачів. У літній період головну увагу приділяють стану систем охолодження, чистоті радіатора, роботі вентилятора, а також пильовим навантаженням на фільтрувальні елементи.

У сучасних умовах спостерігається тенденція до автоматизації та цифровізації ТО і ремонтів. Виробники тракторів застосовують телеметричні системи, які дозволяють відстежувати параметри роботи трактора в реальному часі, попереджати механізаторів та сервісні служби про ймовірні несправності, автоматично планувати ТО та вести електронний журнал технічного стану. Це значно підвищує ефективність сервісної підтримки та сприяє зменшенню витрат на експлуатацію.

Таким чином, технології ТО та ремонту тракторів забезпечують не лише підтримання технічної справності машин, але й оптимізацію їх експлуатації, зниження експлуатаційних витрат та збільшення технічної готовності машинно-тракторного парку. Використання сучасних діагностичних засобів, ремонтних

методів та цифрових сервісних систем дозволяє підвищити рівень надійності та продуктивності тракторів у реальних виробничих умовах.

## **2.4 Проект системи технічного обслуговування тракторів**

Таким чином, розглянуті вище базові поняття та відповідні елементи системи дозволяють сформулювати завершений концептуальний проект системи технічного обслуговування.

Концептуальний проект відображає весь комплекс відносин, що виникають між базовими поняттями та внутрішніми складовими поняттями.

Цей комплекс відносин у концентрованій формі містить у собі всі можливі варіанти (у рамках представленого нами концептуального проекту) технічного сервісу тракторів.

Для реалізації концепту та конкретизації варіацій технічного сервісу тракторів необхідно фіксувати якісну визначеність одного з чотирьох базисних понять і відповідних їм елементів, після чого кожен раз стають можливими для вирішення група завдань (прямих і зворотних) щодо встановлення решти базових понять, що, в кінцевому рахунку, і визначить конкретні характеристики технічного сервісу, як для сільгосп підприємств, так і підприємств технічного сервісу.

Для подальшого теоретичного дослідження та розробки рекомендацій виробництву представляє безсумнівний інтерес розгляд трьох комбінацій, утворених базисними поняттями, що характеризують певний аспект розгляду багатостороннього процесу технічного сервісу тракторів, маючи на увазі при цьому природну цілеспрямованість діяльності виконавців ТО і Р:

- 1) «Виконавці ТО і Р – технології ТО і Р» Організаційно-технологічна сторона.
- 2) «Технології ТО і Р – процеси в ТС» Конструктивно-технічна сторона.
- 3) «Виконавці ТО і Р – процеси в ТС» Експлуатаційна сторона.

Організаційно-технологічна сторона являє собою характеристики встановленого за кількістю, місцями дислокації, технічним оснащенням та

укомплектованістю кадрами регіонально-районованого територіально-відокремленого утворення з ТО та ремонту всього машинно-тракторного парку та тракторів зокрема.

Організаційно-технологічна сторона являє собою характеристики встановленого за кількістю, місцями дислокації, технічним оснащенням та укомплектованістю кадрами регіонально-районованого територіально-відокремленого утворення з ТО та ремонту всього машинно-тракторного парку і тракторів зокрема.

Регіонально-районований принцип полягає не тільки в суміжності територій, але і схожості виробничих напрямків сільгосп підприємств, відповідній адекватності структури тракторного парку, приблизній рівності забезпеченості кадрами.

Територіальна відокремленість необхідна для координації діяльності проєктованого утворення з органами місцевого управління в особі районних управлінь сільського господарства, інспекцій Держпродслужби (колишнього Держтехнагляду) [20].

В організаційному плані структура має кілька рівнів, зі сформованими координаційними та субординаційними зв'язками. Формування зв'язків може відбуватися як створенням некомерційних партнерств та об'єднань, міжгосподарських спеціалізованих підприємств, так і створенням філій з центрами з технічного обслуговування та ремонту складної техніки.

Разом з тим, важливе значення мають виробничо-технологічні потужності ремонтно-обслуговуючих підприємств, які планують розширення послуг за рахунок виконання робіт з технічного сервісу в АПК. Можливості інвестування в розвиток цієї спеціалізації, цінова політика на ринку такого роду послуг відіграють при цьому істотну роль.

Система технічного сервісу повинна функціонувати так, щоб продуктивність тракторних агрегатів відповідала потребам виробничих підрозділів. Зовнішня вимога до системи технічного сервісу приймається як мета її функціонування, включається до складу моделі системи і позиціонується як якісна характеристика функціонування.

Виробничим підрозділам при цьому необхідно постійно перевіряти працездатний стан тракторів. Крім цього, необхідно також здійснювати технологічне обслуговування тракторних агрегатів, організувати усунення наслідків раптових відмов і забезпечувати режим праці та відпочинку механізаторів – водіїв тракторних агрегатів (див. (+1) поверх «І» «І–ІЛІ» дерева на малюнку 2.5).



Рисунок 2.5 – Операційне І-АБО дерево «підтримки працездатності тракторів»

Підтвердження працездатності тракторів можливе не тільки за рахунок її підтримки обслуговуючими заходами. Крім цього можна відновлювати працездатність операціями ремонту, періодично контролювати параметри технічного стану трактора, здійснювати постійний контроль окремих параметрів технічного стану ((0) поверх «АБО» «І–АБО» дерева на малюнку 2.5).

Можливе також застосування будь-якого поєднання перерахованих способів надання виробничим підрозділам доказів працездатності тракторів.

Підтримка працездатності тракторів, як основна мета існування системи технічного сервісу, здійснюється як сукупність необхідних і достатніх функцій.

- перевірка технічного стану вузлів, агрегатів і підсистем тракторів;
- оцінка параметрів технічного стану;
- приведення значень параметрів у відповідність з нормативно-технічною документацією;
- усунення несправностей, виявлених при реалізації попередніх функцій.

Вищевикладена сукупність позначається нами як технічний сервіс.

Для опису функціонування системи технічного сервісу необхідно перейти від інформаційної моделі, що пов'язує абстрактні базові поняття, до інформаційної моделі, що пов'язує елементи системи технічного сервісу (Рисунок 2.6) [6].

#### Проект системи технічного обслуговування тракторів

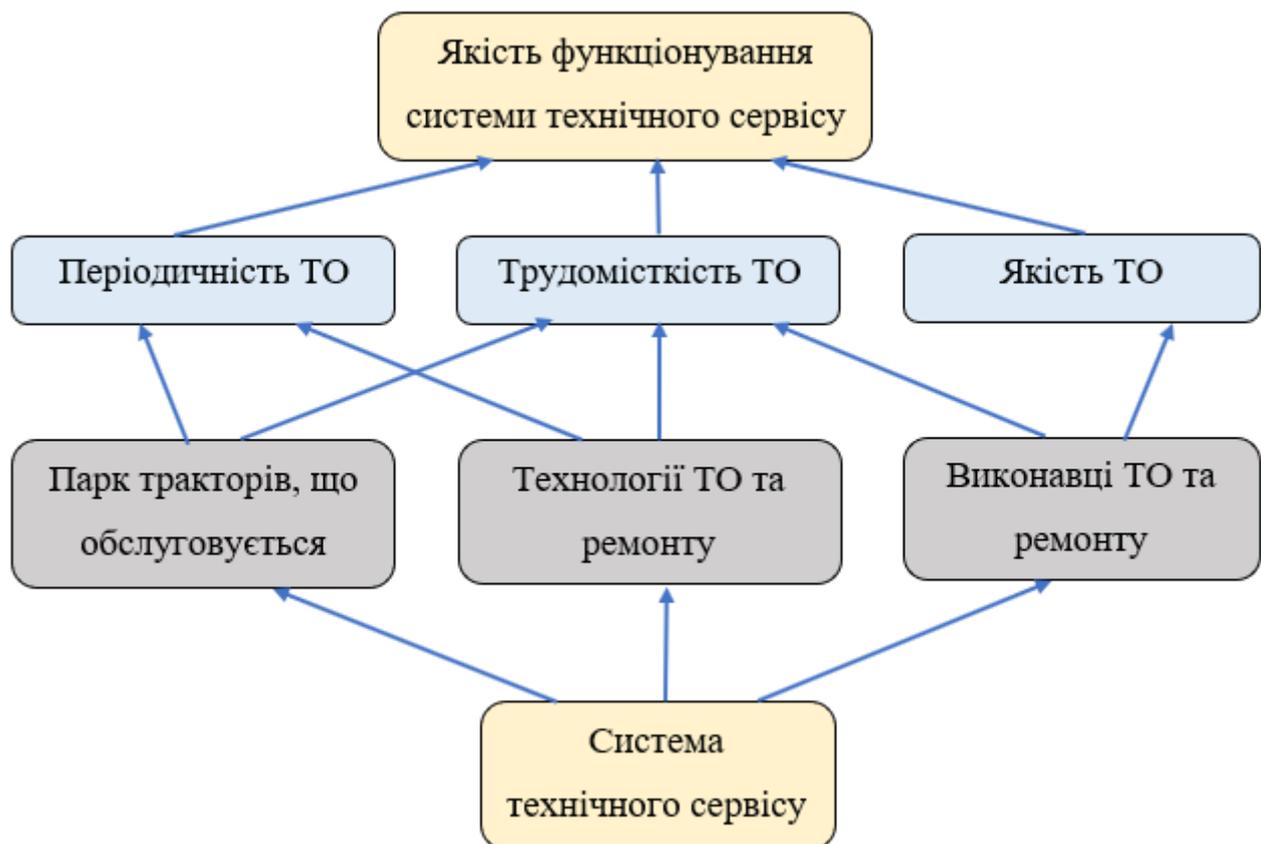


Рисунок 2.6 – Модель формування якості функціонування системи технічного сервісу тракторів

Математичний опис формування якості функціонування СТС:

$$K_S = \varphi (T, P, K \rightarrow )_{\mu} K_{S \text{ вим}} \quad (2.6)$$

де  $T$  – трудомісткість робіт з технічного обслуговування;

$P$  – періодичність технічного обслуговування;

$K_{\mu}$  – якість технічного сервісу.

Працездатність тракторів повинна забезпечувати необхідну продуктивність тракторних агрегатів:

$$W_a = k \cdot W_{\text{год}} \cdot K_{\text{тв}}, \quad (2.7)$$

де  $k$  – поправочний коефіцієнт;

$W_{\text{год}}$  – продуктивність тракторного агрегату, га/год основного часу;

$K_{\text{тв}}$  – коефіцієнт технічного використання.

Коефіцієнт технічного використання тракторів, як комплексний показник надійності, прийнятий нами як надсистемний параметр,

$$K_{\text{тв}} = K_{\text{тв}}^{\text{б}} K_S \geq K_{\text{тв}}^{\text{норм}}, \quad (2.8)$$

де  $K_{\text{тв}}^{\text{б}}$  – базове значення коефіцієнта технічного використання,

$K_S$  – коефіцієнт якості функціонування СТС (див. рис. 5), що визначається за залежністю:

$$K_S = \mu_1 \mu_2 K_{\mu}, \quad (2.9)$$

де  $\mu_1$  – ступінь відповідності виконаних обсягів робіт технічного сервісу – необхідним обсягам;

$\mu_2$  – ступінь відповідності періодичності ТО – нормативним її значенням;

$K_{\mu}$  – коефіцієнт якості технічного сервісу.

Введемо наступні позначення:

Необхідний обсяг робіт з технічного обслуговування визначається з виразу:

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l \tau_l, \quad (2.10)$$

де  $A_k$  – обслуговувані тракторні агрегати,  $k = 1 \div K$ ;

$S_l$  – кількість підсистем (вузлів, складальних одиниць) у тракторі  $l = 1 \div L$ ;

$\tau_l$  – тривалість обслуговування  $l$ -ї підсистеми (вузла, складальної одиниці).

Обсяг робіт, що виконується виконавцями технічного сервісу:

$$W_{TC} = \sum_{i=1}^N N_i k_N t, \quad (2.11)$$

де  $N_i$  –  $i$ -й виконавець ТО та ремонту;

$k_N$  – поправочний коефіцієнт, що враховує зниження тривалості технічного обслуговування при роботі групи виконавців ТО та ремонту;  $t$  – тривалість технічного обслуговування, година.

Перелік компетенцій (кваліфікаційних характеристик) виконавців технічного сервісу:

$$K_B = \sum_{i=1}^N N_i K_i \quad (2.12)$$

де  $K_i$  – компетентність  $i$ -го виконавця.

Перелік використовуваних технологій технічного сервісу:

$$T_X = \sum_{j=1}^M TX_j \quad (2.13)$$

Для опису ступеня відповідності найкраще підходить логістична функція Ферхюльста [21]. Канонічний її вигляд:

$$P(t) = \frac{KP_0 e^{rt}}{K + P_0(e^{rt} - 1)}, \quad (2.14)$$

При  $K=1$  і  $P_0=0,5$  функція, стосовно нашого випадку, матиме вигляд (Рисунок 2.7) [344]:

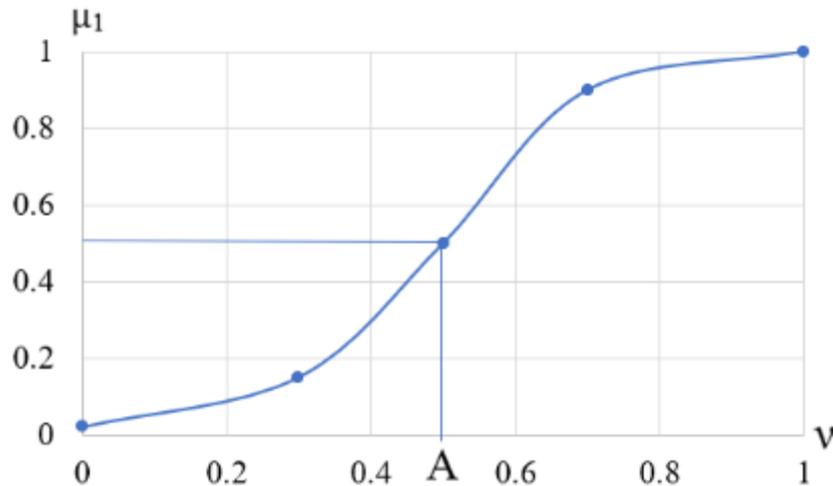


Рисунок 2.7 – Функція відповідності виконуваних обсягів робіт необхідним обсягам

$$\mu_1 = \frac{e^{k_1(v-A)}}{1 + e^{k_1(v-A)}} \quad (2.15)$$

де  $v$  - значення відношення фактичного обсягу виконуваних робіт до повного обсягу,

$k_1$  – коефіцієнт пропорційності,

$A$  – зміщення точки перегину кривої по осі абсцис.

Обсяг робіт, що виконується виконавцями технічного сервісу, з урахуванням ступеня відповідності, повинен дорівнювати необхідному обсягу робіт:

$$\mu_1 \cdot \sum_{i=1}^N N_i \cdot k_N \cdot t = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l \quad (2.16)$$

В результаті аналізу відносин цілеспрямованості нами встановлено, що при реалізації виділених груп операцій ТО і ремонту відбувається збільшення безвідмовності на певний час, що відповідає збільшенню напрацювання трактора. У сенсі безвідмовності, як властивості збереження працездатності, величина відновлюваного напрацювання, як ми вважаємо, повинна бути порівняна з необхідним часом безвідмовної роботи.

На осі абсцис відкладається величина відновлюваного напрацювання (періодичність наступного обслуговування), що відповідає виконанню певної операції технічного обслуговування (Рисунок 2.8).

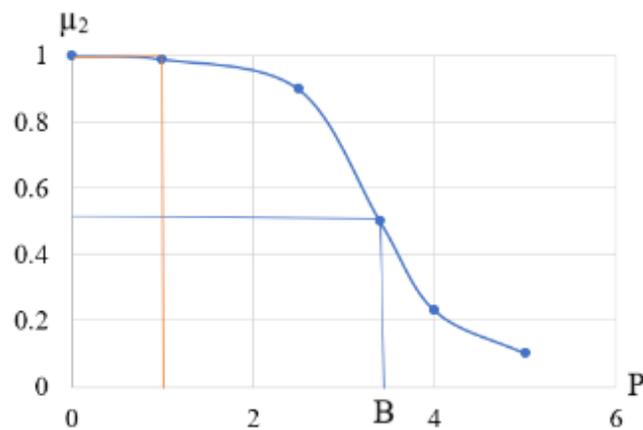


Рисунок 2.8 – Функція відповідності фактичної періодичності нормативним значенням

$$\mu_2 = 1 - \frac{e^{k_2(p-B)}}{1 + e^{k_2(p-B)}}, \quad (2.17)$$

де  $p$  – відношення поточної періодичності технічного обслуговування до нормативної,

$k_2$  – поправочний коефіцієнт,

$B$  – зміщення точки перегину кривої по осі абсцис.

Фактична періодичність технічного обслуговування повинна бути рівною нормативній, з урахуванням ступеня відповідності:

$$\Pi_{\text{факт}} = \mu_2 \Pi_{\text{вим}} \quad (2.18)$$

Коефіцієнт якості технічного сервісу  $K_{\mu}$  визначається взаємною відповідністю обслуговуваного парку тракторів, технологій ТО і ремонту та виконавців ТО і ремонту:

$$K_{\mu} = \mu_3 \cdot \mu_4 \cdot \mu_5 \quad (2.19)$$

де  $\mu_3$  – відповідність технологій ТО і ремонту – тракторам, що обслуговуються;

$\mu_4$  – відповідність кваліфікації виконавців технічного сервісу – технологіям ТО і ремонту;

$\mu_5$  – відповідність кваліфікації виконавців технічного сервісу – тракторам, що обслуговуються.

Значення ступенів відповідності «можуть бути визначені методом експертних оцінок або ранжуванням».

Ступінь відповідності технології конструкціям тракторів:

$$\mu_3 = \frac{e^{k_3(x-c)}}{1 + (e^{k_3(x-c)})} \quad (2.20)$$

де  $x$  – значення відношення поточної сукупності технологій до повного їх набору,

$k_3$  – поправочний коефіцієнт,

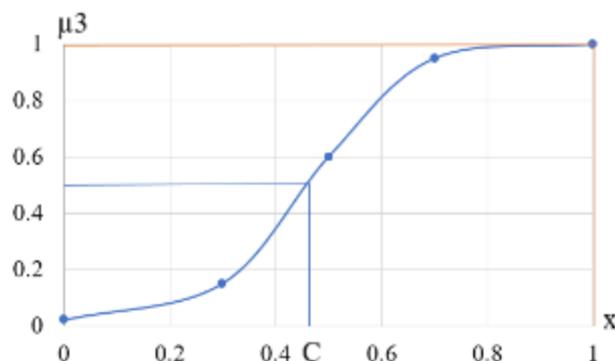


Рисунок 2.9 – Функція відповідності технологій ТО і Р конструкціям тракторів

Набір технологій технічного сервісу, з урахуванням ступеня відповідності, повинен дорівнювати набору конструкцій вузлів, агрегатів і підсистем тракторів:

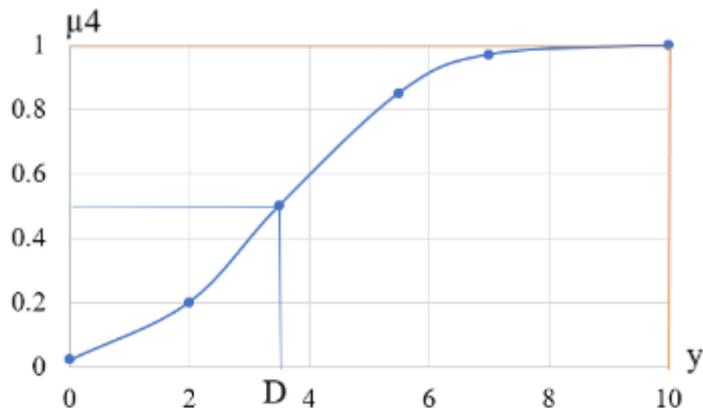


Рисунок 2.10 – Функція відповідності компетенцій виконавців технологіям ТО і Р

Кваліфікація виконавців технічного сервісу, з урахуванням ступеня відповідності, повинна дозволяти реалізовувати наявні технології технічного сервісу:

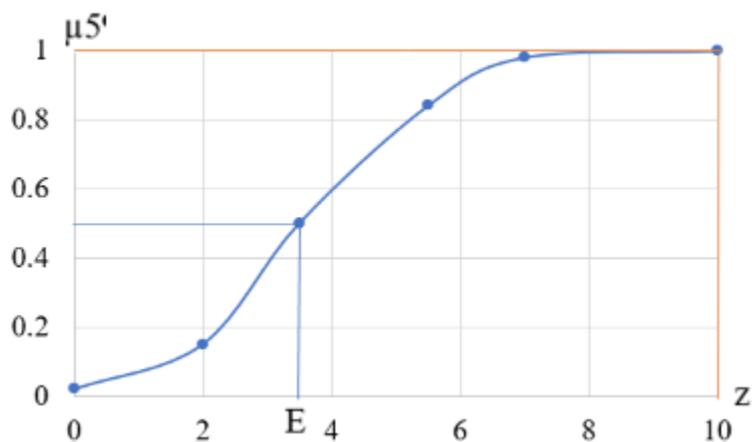


Рисунок 2.11 – Функція відповідності компетенцій виконавців вузлам, агрегатам і підсистемам тракторів

Перелік робіт, які потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів.

## 2.5. Висновок

1. При існуючих трьох рівнях ремонтно-обслуговуючого впливу на трактори, вибір суб'єкта технічного сервісу з їх потенційної різноманітності, розподіленої по трьох організаційних рівнях, не може бути однозначно

зроблений за величиною вартості послуг технічного сервісу; головним критерієм стає якість технічного сервісу, взаємопов'язана з якістю функціонування системи технічного сервісу.

2. До складу моделі системи технічного сервісу, крім обслуговуваних тракторів, технологій ТО і ремонту, виконавців ТО і ремонту, – необхідно включати вимоги виробничих підрозділів як споживачів результату використання тракторів, що залежить від якості функціонування системи.

3. Для різноманітного тракторного парку коефіцієнт якості технічного сервісу дорівнює добутку квадрата ступеня відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу конструкціям обслуговуваних тракторів на коефіцієнт новизни технологій технічного сервісу і на відношення коефіцієнтів різноманітності тракторного парку за застосовуваними технологіями і за кваліфікацією виконавців.

### 3. РОЗДІЛ. ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ТРАКТОРІВ

#### 3.1 Проектування систем технічного обслуговування тракторного парку

Розглянуті в розділі 2 теоретичні питання дозволили сформулювати концептуальні положення системи технічного обслуговування тракторного парку, що містить комплекс взаємозв'язків елементів системи.

Концептуальний проект у концентрованій формі містить комплекс відносин, що виникають між елементами та можливими варіантами елементів. Цей комплекс відносин містить у собі всі можливі варіації (в межах представлених концептуальних положень) системи технічного сервісу тракторного парку [6, 8, 18].

Для реалізації конкретних варіацій системи технічного сервісу тракторного парку необхідно фіксувати якісну визначеність одного з трьох елементів системи, після чого кожен раз стають можливими для вирішення групи завдань (прямих і зворотних) щодо встановлення решти елементів, що, в кінцевому рахунку, і визначить конкретні характеристики системи технічного сервісу.

##### 3.1.1 Система технічного сервісу при встановлених цілях діяльності

Цілі відповідають забезпеченню працездатності тракторів протягом певного періоду їх використання.

Умова досягнення мети технічного сервісу – коефіцієнт технічного використання повинен бути не нижче необхідного значення:

$$K_{тв} \geq K_{тв}^{вим}$$

Дві групи завдань характерні для організації технічного сервісу сільськогосподарських підприємств, що оптимізують або формують склад тракторного парку.

Етапи формування технічного сервісу (рис. 3.1):

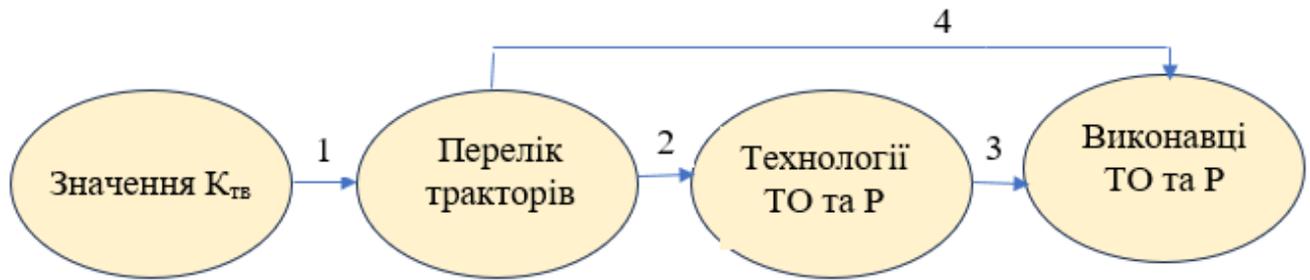


Рисунок 3.1 – Методика формування технічного сервісу при заданій меті

1. Виходячи з необхідного значення коефіцієнта технічного використання – встановлюються типи тракторів, а також їх кількість.
2. Типи тракторів визначають перелік необхідних технологій технічного сервісу.
3. Перелік технологій ТО і Р визначає кваліфікацію виконавців технічного сервісу.
4. Типи тракторів і їх кількість коригують кваліфікацію виконавців і визначають їх чисельний склад.

Таблиця 3.1 – Групи задач формування ТС

Забезпечення необхідної безвідмовності тракторів $K_{тв} = K_{тв}^{вум}$	Забезпечення максимальної безвідмовності тракторів: $K_{тв} > K_{тв}^{вум}$
Кількість тракторів повинна бути мінімально необхідною $A = \sum_{k=1}^K A_k = \frac{W_{сум}}{k \cdot K_{му} W_{vac}} \rightarrow A_{min}$	Кількість тракторів повинна бути $A = \sum_{k=1}^K A_k \leq A_{const}$
Необхідний обсяг робіт з технічного обслуговування тракторів повинен бути мінімально необхідним $W_{ТС} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l \rightarrow \min$	Необхідний обсяг робіт з технічного обслуговування тракторів $W_{ТС} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l$
Застосовувані технології ТО і Р повинні відповідати процесам в підсистемах (вузлах, складальних одиницях) тракторів $\frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \sum_{j=1}^M TX_j = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l$	Застосовувані технології ТО і Р повинні відповідати процесам в підсистемах (вузлах, складальних одиницях) тракторів $\frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \cdot \sum_{j=1}^M TX_j > \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l$

<p>Перелік робіт, які потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу:</p> $V_{T.C.} = \sum_{i=1}^N N_i \cdot K_i$	<p>Перелік робіт, які потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу:</p> $V_{T.C.} = \sum_{i=1}^N N_i \cdot K_i$
<p>Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу повинен бути зведений до мінімуму</p> $N = \sum_i N_i \rightarrow N_{\min}$	<p>Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу</p> $N = \sum_i N_i \rightarrow N_{const}$
<p>Компетенції виконавців повинні бути достатніми для реалізації технологій ТО та ремонту</p> $\frac{e^{k_4(y-D)}}{1+e^{k_4(y-D)}} \sum_{i=1}^N N_i \cdot K_i = \sum_{j=1}^M TX_j$	<p>Компетенції виконавців повинні бути достатніми для реалізації технологій ТО та ремонту</p> $\frac{e^{k_4(y-D)}}{1+e^{k_4(y-D)}} \sum_{i=1}^N N_i \cdot K_i > \sum_{j=1}^M TX_j$
<p>Перелік робіт, які потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів:</p> $\frac{e^{k_5(z-E)}}{1+e^{k_5(z-E)}} \sum_{i=1}^N N_i \cdot K_i \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l$	<p>Перелік робіт, які потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів:</p> $\frac{e^{k_5(z-E)}}{1+e^{k_5(z-E)}} \sum_{i=1}^N N_i \cdot K_i > \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l$
<p>Обсяг робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:</p> $\frac{e^{k_1(v-A)}}{1+e^{k_1(v-A)}} \cdot \sum_{i=1}^N N_i \cdot k_N \cdot t \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l$	<p>Обсяг робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:</p> $\frac{e^{k_1(v-A)}}{1+e^{k_1(v-A)}} \cdot \sum_{i=1}^N N_i \cdot k_N \cdot t = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l$
<p>періодичність обслуговування не перевищує нормативну (<math>\mu_2=1</math>).</p>	<p>періодичність обслуговування не перевищує нормативну (<math>\mu_2=1</math>).</p>

### 3.1.2 Система технічного сервісу при відомому складі тракторного парку

Дві групи завдань характерні для організації технічного сервісу в сільськогосподарських підприємствах, що підвищують ефективність наявного складу тракторного парку.

Етапи формування технічного сервісу (рис. 3.2):

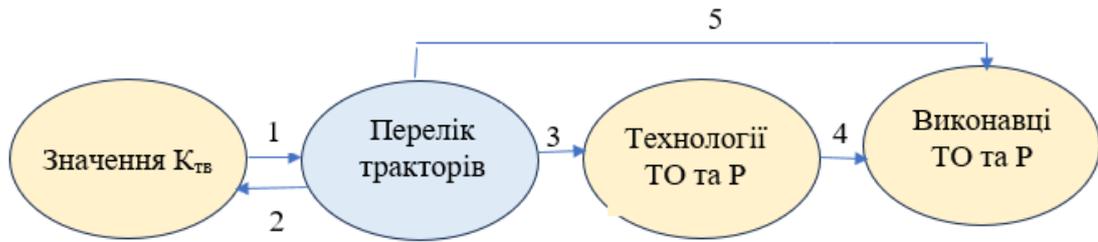


Рисунок 3.2 – Методика формування системи технічного сервісу при відомому складі тракторного парку

1. Виходячи з встановленого складу тракторного парку визначаються необхідні значення коефіцієнта технічного використання.
2. Коригуються кількісний і якісний склад тракторного парку відповідно до уточнених значень  $K_{ТВ}$ .
3. Скоригований склад тракторного парку визначає перелік необхідних технологій технічного сервісу.
4. Перелік технологій ТО і Р визначає кваліфікацію виконавців технічного сервісу.
3. Тип тракторів і їх кількість уточнюють кваліфікацію виконавців і визначають їх кількісний склад.

### 3.1.3 Система технічного обслуговування тракторів за відомих технологій ТО та ремонту

Дві групи завдань характерні для організації технічного обслуговування підприємствами з ремонту та обслуговування сільськогосподарської техніки.

Етапи формування технічного обслуговування (рис. 3.3):

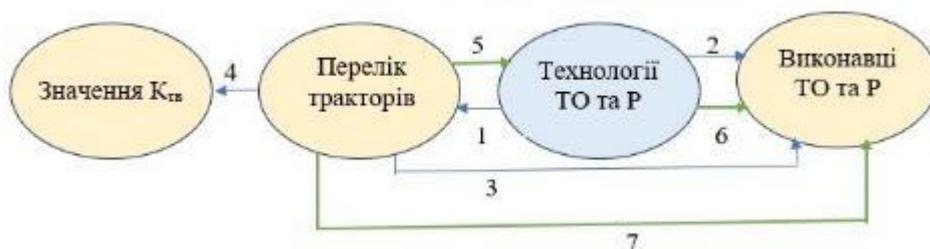


Рисунок 3.3 – Методика формування системи технічного сервісу при встановлених технологіях технічного сервісу (ТО і Р)

1. Перелік наявних технологій ТО і Р визначає вибір типів обслуговуваних тракторних агрегатів (склад обслуговуваного тракторного парку).

2. Перелік наявних технологій ТО і Р визначає кваліфікацію виконавців технічного сервісу.

3. Тип тракторів та їх кількість уточнюють кваліфікацію виконавців технічного сервісу та визначають їх кількісний склад.

4. Тип та кількість тракторів визначають розрахункові значення коефіцієнта технічного використання.

3. Планові та позапланові зміни МТА визначають зміни 5 технологій ТО і Р, що вимагають змін 6 кваліфікації виконавців ТО і Р і передбачають зміну 7 кількості виконавців.

### 3.1.4 Система технічного сервісу при відомих виконавцях ТО та ремонту

Дві групи завдань характерні для організації технічного сервісу непрофільними ремонтно-обслуговуючими підприємствами.

Етапи формування технічного сервісу (рис. 3.4):

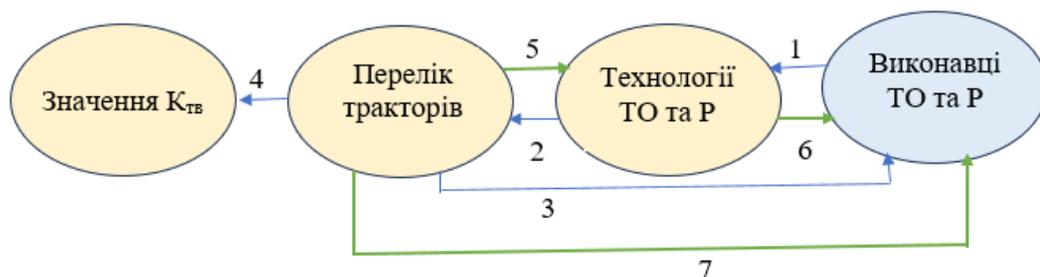


Рисунок 3.4 – Алгоритм формування технічного сервісу при встановлених виконавцях технічного сервісу (ТО і Р)

1. Кваліфікаційний склад виконавців ТО і Р визначає набір застосовуваних технологій ТО і Р.

2. Набір застосовуваних технологій ТО і Р визначає вибір типів обслуговуваних тракторних агрегатів (склад обслуговуваного тракторного парку).

3. Кількісний склад виконавців ТО і Р визначає кількість обслуговуваних тракторів.

4. Тип і кількість тракторів визначають значення коефіцієнта технічного використання.

3. Планові та позапланові зміни переліку тракторних агрегатів визначають зміни 5 технологій ТО та Р, що вимагають змін 6 кваліфікації виконавців ТО та Р, і передбачають зміну 7 кількості виконавців.

### 3.2. Удосконалення технологічного обслуговування машин агрегатів

Проблема регулювання ходу робочих органів машин посівних тракторних агрегатів і комплексів є набагато актуальнішою, ніж для ґрунтообробних, тому що необхідно контролювати глибину закладення насіння; при цьому потрібні набагато більші витрати часу.

На сівалках Українського виробництва та виробництва СНД (рис. 3.5) регулювання ходу сошників здійснюється централізовано, гвинтовим регулятором (рис. 3.6) [22].

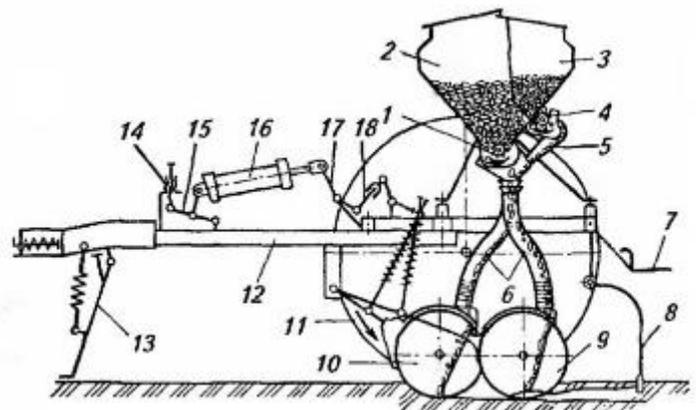


Рисунок 3.5 - Зернова сівалка Planter-3.6

Рисунок 3.6 – Механізм підйому сошників сівалки СЗ-3,6; 1 – насінневисівний апарат, 2 – насіннєве відділення бункера, 3 – тукове відділення, 4 – туковисівний апарат, 5 – лоток, 6 – насіннепроводи, 7 – підніжна дошка, 8 – загортач, 9, 10 – дискові сошники, 11 – пневматичне колесо, 12 – рама, 13 – підтримка, 14 – регулятор глибини, 15, 17 – важелі, 16 – гідроциліндр, 18 – тяга

При регулюванні обертають гвинт регулятора 14 (рис. 3.6), при цьому дві тяги впливають на пружини повідків сошників.

Однак після переїзду посівного агрегату на інше поле витрачається велика кількість часу на 2-3 кратну перевірку і регулювання глибини закладення насіння, внаслідок зміни твердості ґрунту після іншої її обробки через різні попередники.

Різними дослідниками неодноразово вирішувалася задача розробки автоматичних пристроїв підтримки глибини ходу робочих органів машин агрегатів. Пропонувалися різні конструктивні варіанти гідромеханічних і електромеханічних пристроїв, однак, як правило, вони мають низьку надійність і велику інертність.

Нами розроблено механізм підйому сошників, пристрій якого забезпечує підтримку глибини ходу дискових сошників сівалок типу СЗ-3,6.

При оптимальному поєднанні площ опорних і копіювальних коліс і необхідному співвідношенні жорсткості упорної пружини і пружин штанг здійснюється автоматичне підтримання глибини ходу дводискових сошників сівалок типу СЗП-3,6. При зміні твердості ґрунту, у міру переїзду тракторного агрегату з поля на поле, пристрій підтримує глибину закладення насіння в межах 6 – 8 см. Точне налаштування пристрою проводиться регулювальною втулкою.

Оскільки запропонований пристрій не забезпечує повної відповідності переміщень копіювального колеса і сошників сівалки на важких ґрунтах, нами запропоновано пристрій зі змінним плечем важеля (рис. 3.7).

Виконана у вигляді ланцюга нижня частина тяги 8, у поєднанні з еліпсоподібною зірочкою 9 замість важеля забезпечують диференціацію зусилля на сошники для необхідної зміни глибини ходу сошників при коливанні твердості ґрунту.

Однак застосування подібних конструкцій вимагає внесення змін до моделювання процесу технічного сервісу (рис.3.8). Замість коефіцієнта технічного використання необхідно застосовувати коефіцієнт працездатності тракторного агрегату:

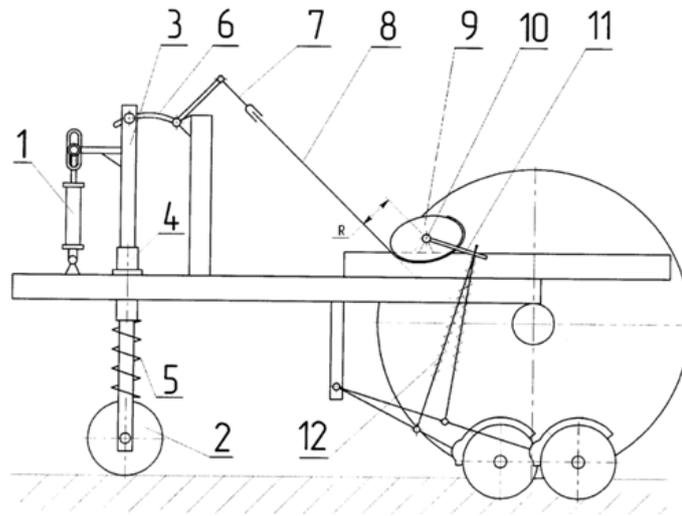


Рисунок 3.7 – Механізм підйому сошників

1 – гідроциліндр, 2 – копіювальне колесо, 3 – стійка, 4 – регулювальна втулка, 5 – упорна пружина, 6 – двоплечий важіль, 7 – верхня частина тяги, 8 – нижня частина тяги, виконана у вигляді ланцюга 9 – еліпсоподібна зірочка, 10 – вал, 11 – вилки, 12 – штанги з пружинами

Виходячи з можливого мінімального значення  $\mu_3$  (або  $\mu_4$ ) на осі абсцис, визначається мінімальне значення  $\mu_4$  (або  $\mu_3$ ) на осі ординат при різних значеннях  $K_\mu$  – від 0,6 до 0,8 з кроком 0,1. Значення  $\mu_5$  визначається як добуток  $\mu_3 \cdot \mu_4$ .

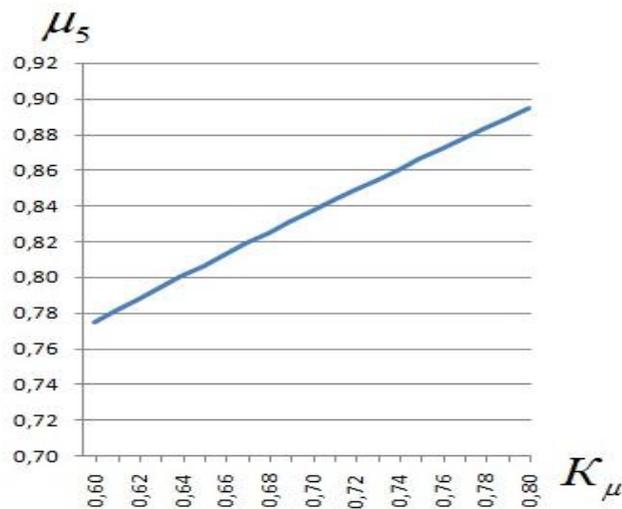


Рисунок 3.8 – Залежність значень ступеня відповідності кваліфікації виконавців обслуговуваним тракторам  $\mu_5$  від коефіцієнта якості  $K_\mu$

$$K_P = \frac{t_P}{t_P + t_{TO} + t_{OT} + t_{HT-Л} + t_{OT-Л}}, \quad (3.1)$$

де  $t_P$  – чистий час роботи тракторного агрегату, год.,

$t_{TO}$  – тривалість планового технічного обслуговування, год.,

$t_{OT}$  – тривалість простою тракторного агрегату при усуненні наслідків технічних відмов, год,

$t_{HT-Л}$  – тривалість технологічного налаштування тракторного агрегату, год,

$t_{OT-Л}$  – тривалість простою тракторного агрегату при усуненні наслідків технологічних відмов, год.

Продуктивність тракторного агрегату через коефіцієнт працездатності визначається з виразу:

$$W_a = kW_{год}K_P, \quad (3.2)$$

Для того щоб якість технічного сервісу підвищилася на 10%, необхідно підвищити на 5% будь-який один із ступенів відповідності: застосовуваних технологій обслуговуванню тракторам, кваліфікації виконавців застосовуваних технологій або кваліфікації виконавців обслуговуванню тракторам. Того ж ефекту можна досягти, підвищивши на 2,5% ступінь відповідності застосовуваних технологій тракторам, що обслуговуються, і ступінь відповідності кваліфікації виконавців застосовуваних технологій.

Справедливе і зворотне: зниження на 5% будь-якого з ступенів відповідності призведе до зниження на 10% якості технічного сервісу.

### **3.3. Приклад розрахунку системи технічного сервісу для різномарочного складу парку тракторів**

Застосовувані технології можуть бути використані для обслуговування різномарочного парку машин.

$$\mu_3 \sum_{j=1}^M TX_j \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} MA_k \cdot S_l, \quad (3.3)$$

$$\mu_4 \sum_{i=1}^N N_i K_i = \sum_{j=1}^M TX_j, \quad (3.4)$$

$$\mu_5 \sum_{i=1}^N N_i K_i = \sum_{k,l=1}^{K,L} MA_k \cdot S_l. \quad (3.5)$$

Для визначення значень  $\mu$  і необхідно в залежності (3.3) перейти до суворої рівності:

$$\mu_3 \sum_{j=1}^M TX_j = K_{MT} \sum_{k,l=1}^{K,L} MA_k \cdot S_l, \quad (3.6)$$

де  $K_{MT}$  – коефіцієнт різномарочності парку машин за застосовуваними технологіями.

Очевидно, що  $K_{MT} > 1$ .

Підставивши вираз для  $\sum TX$  з (3.4) і вираз для  $\sum (MA \cdot S)$  з (3.5) у вираз (3.6), отримаємо:

$$\mu_5 = \frac{\mu_3 \cdot \mu_4}{K_{MT}}. \quad (3.7)$$

Відповідно:

$$\mu_5 = \sqrt{\frac{K_\mu}{K_{MT}}} \quad (3.8)$$

$$\mu_3(\mu_4) = \frac{\mu_5 \cdot K_{MT}}{\mu_4(\mu_3)}. \quad (3.9)$$

Результати розрахунків для різних значень  $K_{MT}$  представлені на рис. 3.9.

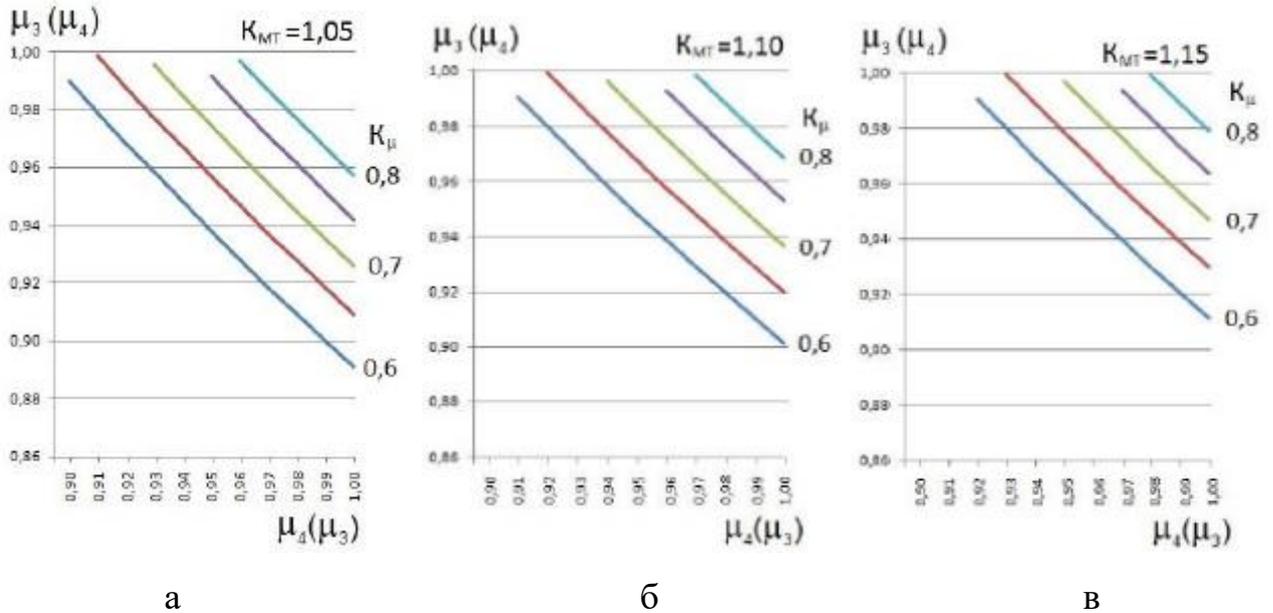


Рисунок 3.9 - Залежності мінімальних значень  $\mu_3$  і  $\mu_4$

Аналіз показує, що із зростанням коефіцієнта різномарочності парку машин за застосованими технологіями ступінь відповідності технологій обслуговуваним машинам і ступінь відповідності кваліфікації виконавців застосованим технологіям повинен збільшуватися.

З виразу (3.7) випливає:

$$\mu_5 \leq \frac{1}{K_{MT}}. \quad (3.10)$$

Графічно залежність представлена на рис. 3.10.

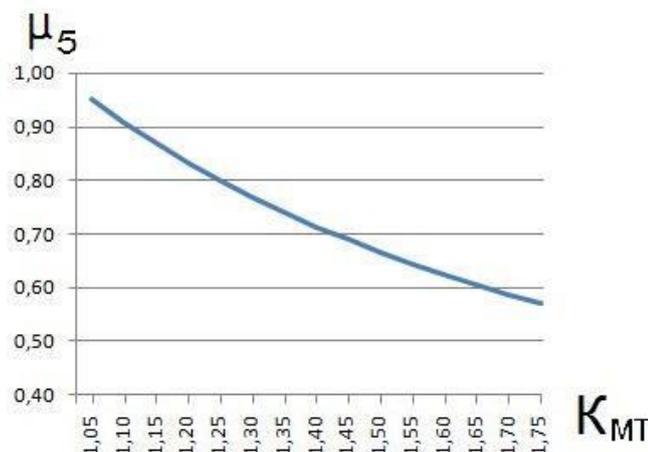


Рис. 3.10 - Залежність мінімальних значень коефіцієнта  $\mu_5$  від коефіцієнта різномарочності парку машин за застосованими технологіями

Щоб забезпечити обслуговування парку машин, різномарочного за застосовуваними технологіями, необхідно знижувати ступінь відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу обслуговуваним машинам в  $\sqrt{K_{MT}}$  раз (рис. 3.11).

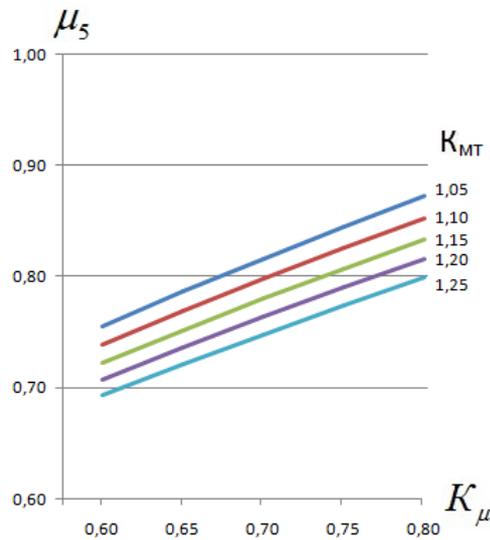


Рисунок 3.11 - Залежність мінімальних значень коефіцієнта  $\mu_5$  від коефіцієнта якості технічного сервісу при різних значеннях коефіцієнта різномарочності парку машин за застосовуваними технологіями

### 3.4. Висновок

Зроблено аналітичний опис умов функціонування системи технічного сервісу як сукупності відповідності обсягів базових понять. В якості оцінки безвідмовності техніки АПК прийнято коефіцієнт технічного використання представлений як добуток його базового значення та коефіцієнта якості технічного сервісу. Аналітично коефіцієнт якості технічного сервісу представлений як добуток ступенів відповідності обсягів базисних понять.

Визначено взаємозв'язки складових якості технічного сервісу для різних умов функціонування систем технічного сервісу: встановлено, що коефіцієнт якості технічного сервісу знаходиться в квадратичній залежності від ступеня відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу конструкціям обслуговуваних машин; ступінь відповідності кваліфікації виконавців

технічного сервісу конструкціям обслуговуваних машин чисельно дорівнює добутку ступенів відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу застосовуваним технологіям і застосовуваних технологій конструкціям обслуговуваних машин. При зміні виробничої ситуації система стабілізується введенням в математичну модель коефіцієнтів обліку збільшення різномарочності, що розрізняється для технологій і для виконавців технічного сервісу, і новизни технологій. Після закінчення певного часу система технічного сервісу повертається в основний стан.

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

### 4.1. Загальні вимоги безпеки праці при проведенні робіт з технічного сервісу

Технічний сервіс (ТС) різноманітного машинно-тракторного парку (МТП) є комплексом робіт, що забезпечують підтримання працездатності машин та їх надійної експлуатації. Враховуючи специфіку робіт – від діагностики та регулювань до складних ремонтів і технічного обслуговування (ТО) – забезпечення безпеки праці є критично важливим. Загальні вимоги безпеки спрямовані на запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням та аварійним ситуаціям [26].

#### 4.1.1. Організаційно-технічні вимоги

1. Навчання та інструктаж:
  - До виконання робіт з ТС допускаються особи, які пройшли медичний огляд, професійне навчання, вступний інструктаж, первинний інструктаж на робочому місці, а також стажування та перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки.
  - Обов'язкове проведення повторних інструктажів (не рідше одного разу на квартал/півріччя, залежно від виду робіт) та позапланових (при зміні технології, обладнання чи порушенні вимог безпеки).
2. Організація робочого місця (РМ):
  - РМ має бути обладнане відповідно до технологічного процесу та норм охорони праці. Необхідне забезпечення достатнього освітлення (природного та штучного), а також вільних проходів та під'їздів.
  - Усі роботи, пов'язані з ТО та ремонтом, повинні проводитися із застосуванням спеціалізованого інструменту та технологічного обладнання (підйомники, стенди, оглядові канали, естакади), що знаходяться у справному стані та пройшли необхідні випробування.

### 3. Вимоги до обладнання та інструменту:

- Усе обладнання, зокрема електроінструмент та вантажопідйомні механізми, повинно мати паспорти, інструкції з експлуатації та регулярно проходити технічне обслуговування та періодичні огляди.
- Ручний інструмент (ключі, викрутки, молотки) має бути справним, мати надійно закріплені рукоятки та відповідати розмірам деталей, що обслуговуються.

#### **4.1.2. Вимоги безпеки під час виконання робіт**

##### 1. Вимоги перед початком робіт:

- Обов'язкова очистка та миття машини (трактора) перед початком ТО/ремонту.
- Транспортний засіб (ТЗ) має бути надійно встановлений на рівній горизонтальній площадці, загальмований стоянковим гальмом, а під колеса підкладені клини (противідкатні упори).
- Вимкнення двигуна та зняття тиску з гідросистем і пневмосистем є обов'язковим перед будь-якими розбірками чи регулюваннями, якщо інше не передбачено технологією.
- Обов'язкове відключення акумуляторної батареї (зняття клеми «мінус») для запобігання випадковому запуску двигуна або короткому замиканню.

##### 2. Вимоги під час робіт:

- При роботі під піднятим кузовом, кабіною чи частиною машини (наприклад, підйомником) необхідно використовувати спеціальні страхувальні опори (козелки). Категорично забороняється працювати лише на гідравлічному домкраті.
- При роботах в оглядовій канаві обов'язково застосування захисних щитів на колеса та переносного освітлення напругою до 42 В.
- При обслуговуванні систем запалювання, живлення або електрообладнання необхідно дотримуватись правил електробезпеки та пожежної безпеки.

- Заборона використання легкозаймистих рідин (бензин, дизельне паливо) для миття рук або деталей.

### 3. Вимоги до засобів індивідуального захисту (ЗІЗ):

- Робітники повинні бути забезпечені та використовувати спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, рукавиці (залежно від виду робіт – зварювання, мастильні роботи, робота з агресивними рідинами).

## 4.2. Шкідливі та небезпечні фактори при виконанні технічного сервісу

Проведення технічного сервісу МТП, особливо в умовах обслуговування різноманітного парку, супроводжується впливом низки шкідливих і небезпечних виробничих факторів (ШВФ та НВФ), які можуть призвести до травм, гострих отруєнь або професійних захворювань.

Таблиця 4.1 - Фізичні небезпечні та шкідливі фактори (НВФ та ШВФ)

Фактор	Тип	Опис та Джерело
Рухомі частини	НВФ	Невідключені та незахищені елементи двигунів, трансмісії, робочих органів (вентилятори, вали відбору потужності) під час регулювань на працюючому ТЗ. Можуть призвести до захоплення частин одягу чи травмування кінцівок.
Високий тиск	НВФ	Стиснене повітря в шинах, гідравлічних системах, паливних магістралях високого тиску. Різкий вихід рідини або газу під тиском може призвести до важких травм очей, шкіри, баротравм.
Падіння/обвал	НВФ	Падіння машини (трактора) з домкрата чи підйомника, обвал частин вантажу чи демонтованих агрегатів.

Шум та Вібрація	ШВФ	Робота двигунів, компресорів, пневмо- та електроінструменту. Тривалий вплив викликає професійні захворювання (вібраційна хвороба, зниження слуху) [27].
Підвищена/знижена температура	НВФ/ШВФ	Гарячі поверхні двигуна, системи випуску, охолоджуюча рідина (опіки); роботи на відкритих майданчиках у холодну пору року (переохолодження).
Недостатнє освітлення	ШВФ	Робота в оглядових канавах, під машинами. Спричиняє напругу зору та підвищує ризик помилок і травм.

Таблиця 4.2 - Хімічні та біологічні шкідливі фактори (ШВФ)

Фактор	Тип	Опис та Джерело
Пари та Гази	ШВФ	Вихлопні гази (особливо чадний газ – CO, що є смертельно небезпечним), пари палива (бензин), пари розчинників, гази від акумуляторних батарей (водень).
Агресивні рідини	ШВФ	Мастила, охолоджуючі рідини (антифризи), кислоти та луги (електроліт). Контакт зі шкірою чи слизовими оболонками викликає хімічні опіки, дерматити.
Азбест	ШВФ	Пилоутворення при роботі з старими гальмівними колодками та накладками зчеплення. Вдихання азбестового пилу є канцерогенним.
Біологічні	ШВФ	Можливість контакту з мікроорганізмами при обслуговуванні систем кондиціонування, забруднених сільськогосподарських машин.

### Психофізіологічні та інші фактори

- Напруга зору та уваги: Виконання точних робіт, регулювань, діагностики, особливо в умовах різноманітного парку, де необхідне постійне переключення уваги між різними моделями та системами.

- Статичне перенапруження: Тривале перебування у незручних позах (нахил, робота в оглядовій канаві, робота над двигуном).
- Нервово-психічне перевантаження: Висока відповідальність за якість ремонту, робота в умовах обмеженого часу.

### **4.3. Заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів**

Система заходів щодо усунення (або мінімізації) ШВФ та НВФ є основою для удосконалення системи технічного сервісу з точки зору охорони праці. Ці заходи охоплюють технічні, організаційні та медико-профілактичні аспекти [26].

#### **4.3.1. Технічні та інженерні заходи**

1. Вентиляція та Опалення:
  - Обладнання приміщень припливно-витяжною вентиляцією з механічним спонуканням, що забезпечує нормалізацію повітряного середовища (усунення вихлопних газів, парів палива та розчинників). Обов'язкове обладнання постів регулювання двигунів місцевими відсмоктувачами.
  - Забезпечення нормативного температурного режиму у робочій зоні (16–24 °C відповідно до норм).
2. Безпека обладнання та простору:
  - Механізація важких та небезпечних робіт (підйом, переміщення важких агрегатів). Використання кран-балок, тельферів, гідравлічних візків.
  - Застосування захисних кожухів та огорожень на рухомих частинах обладнання (привідні паси, вали).
  - Маркування та блокування енергоносіїв (електрика, пневматика, гідравліка) перед ремонтом. Використання системи LOTO (Lockout/Tagout) для унеможливлення несанкціонованого пуску.
  - Обладнання оглядових канав гумовими настилами та захисними бар'єрами проти падіння.
3. Зниження шуму та вібрації:

- Застосування вібропоглинальних матеріалів на робочих столах та шумоізоляційних екранів.
- Використання сучасного інструменту з низьким рівнем шуму та вібрації.
- Обмеження часу роботи з високошумним/вібронебезпечним інструментом.

#### **4.3.2. Організаційні та профілактичні заходи**

1. Розробка стандартів та інструкцій:
  - Розробка конкретних інструкцій з охорони праці для кожного виду робіт (ТО-1, ТО-2, діагностика двигуна, шиномонтажні роботи тощо), з урахуванням специфіки різномірного МТП.
  - Впровадження стандартів безпечного виконання робіт (СВБР), зокрема, обов'язкове використання запобіжних стійок при роботах під піднятим ТЗ.
2. Забезпечення ЗІЗ:
  - Своєчасне та повне забезпечення робітників відповідними ЗІЗ (рукавиці, окуляри, респіратори, протишумові навушники).
  - Контроль за правильністю використання ЗІЗ.
3. Пожежна безпека:
  - Забезпечення робочих місць вогнегасниками (порошковими, вуглекислотними).
  - Обладнання місць зберігання паливних та мастильних матеріалів у суворій відповідності до норм пожежної безпеки.
  - Регулярне проведення тренувань з евакуації та пожежогасіння.

#### **4.3.3. Медико-біологічні заходи**

- Періодичні медичні огляди: Регулярне проведення медичних оглядів для виявлення ранніх ознак професійних захворювань, пов'язаних із шумом, вібрацією чи впливом хімічних речовин.

- **Забезпечення аптечок:** Наявність та систематичне поповнення аптечок для надання першої домедичної допомоги на всіх робочих ділянках.

#### **4.4. Висновок**

Удосконалення системи технічного сервісу для забезпечення надійної роботи різноманітного машинно-тракторного парку неможливе без інтеграції високих стандартів охорони праці. Як показав аналіз, у процесі ТС робітники піддаються впливу широкого спектру небезпечних і шкідливих факторів, починаючи від фізичних ризиків (рухомі частини, падіння) і закінчуючи хімічними (вихлопні гази, агресивні рідини).

Для ефективного управління цими ризиками необхідно реалізувати комплексний підхід, що включає:

1. **Технічну модернізацію:** Впровадження сучасної вентиляції, механізації, використання безпечного, сертифікованого обладнання та інструменту.
2. **Організаційну досконалість:** Жорстке дотримання технологічних карт та інструкцій, обов'язкове навчання персоналу, контроль за використанням ЗІЗ.

Вимога надійності техніки прямо корелюється з вимогою безпеки праці: тільки справне обладнання, що обслуговується кваліфікованим персоналом у безпечних умовах, гарантує як високу якість ТС, так і збереження здоров'я робітників. Таким чином, запропоновані заходи з охорони праці є невід'ємною частиною удосконалення системи технічного сервісу та підвищують її загальну ефективність.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

Раціональна організація технічного сервісу у сільськогосподарському підприємстві дозволяє суттєво підвищити ефективність використання машинно-тракторного парку, зменшити втрати часу, знизити витрати на ремонти та забезпечити своєчасне виконання технологічних операцій. Для підприємства ТОВ «КГ АГРО» питання ефективності технічного сервісу є пріоритетним, оскільки господарство має різномірний парк машин, працює у чітко визначених агротехнічних строках та обробляє значні площі орних земель.

### 5.1. Економічний ефект ТОВ «КГ АГРО» від роботи мобільних сервісних бригад

У сучасних умовах аграрні підприємства активно використовують мобільні бригади технічного сервісу, що дозволяє зменшити простой тракторів, скоротити логістичні витрати та зменшити витрати на ремонти. Для умов Дніпропетровської області вартість однієї нормогодини технічного сервісу становить:  $C_{\text{год}} = 1143,45$  грн/год.

Приймемо, що в ТОВ «КГ АГРО» функціонують 5 мобільних сервісних бригад, кожна з яких працює 8 годин на день.

1. Виручка однієї бригади за зміну

$$R_{\text{зм}} = C_{\text{год}} \cdot t = 1143,45 \cdot 8 = 9147,6 \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де  $C_{\text{год}}$  — вартість нормогодини, грн/год;

$t$  - тривалість зміни, год.

2. Чистий маржинальний прибуток

Для українських сервісних підприємств середня маржинальність становить 18 – 25 %. Приймемо 20 %:

$$П_{\text{зм}} = R_{\text{зм}} \cdot 0,20 = 1829,52 \text{ грн/зміну.} \quad (5.2)$$

## 3. Прибуток усіх 5 бригад за день

$$P_{\text{день}} = P_{\text{зм}} \cdot 5 = 1829,52 \cdot 5 = 9147,6 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

## 4. Кількість робочих днів у сезон

Для аграрного сектору робочий сезон: травень–жовтень = 6 місяців, у середньому 22 робочих дні/місяць:

$$D = 6 \cdot 22 = 132 \text{ дні.} \quad (5.4)$$

## 5. Чистий прибуток за сезон

$$P_{\text{сез}} = P_{\text{день}} \cdot D = 9147,6 \cdot 132 = 1207483 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

## 6. Прибуток на одну бригаду

$$P_{\text{бриг}} = P_{\text{сез}} / 5 = 1207483 / 5 = 241497 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Таким чином, мобільний технічний сервіс приносить підприємству ТОВ «КГ АГРО» понад 1,2 млн грн чистого прибутку за сезон, що є значним показником ефективності.

## **5.2. Економічний ефект для ТОВ «КГ АГРО» від зниження витрат на ремонти**

Завдяки виїзному сервісу та проведенню ТО вчасно знижується частота та складність ремонтів. У середньому для українських господарств витрати на ремонт тракторів можуть знижуватися на  $\Delta = 25 - 30 \%$ .

У господарстві ТОВ «КГ АГРО» витрати на ремонт складають приблизно 900 грн/га.

Тоді економія:

$$E = 900 \cdot (0,25 - 0,30) = 225 - 270 \text{ грн/га.} \quad (5.7)$$

При площі господарства 3600 га річна економія складе:

$$E_{\text{рік}} = (225 - 270) \cdot 3600 = 810000 - 972000 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

Отже, тільки за рахунок зменшення ремонтних витрат ТОВ «КГ АГРО» економить 0,81–0,97 млн грн на рік.

### **5.3. Економічний ефект від зменшення втрат урожаю (скорочення строків робіт)**

Підвищення технічної готовності тракторів дозволяє виконувати технологічні операції у оптимальні агротехнічні строки. Згідно з даними господарств Центральної України, порушення строків виконання польових робіт призводить до втрати 4–8 % урожаю зернових.

ТОВ «КГ АГРО» засіває зерновими близько 40 % площ, тобто 1440 га. Середня врожайність 5,2 т/га. Середня ціна пшениці Ц = 6600 грн/т. Втрата урожаю при затримці - у середньому 6%:

Розрахунок додаткового урожаю:

$$\Delta Y = S_{\text{зерн}} \cdot Y \cdot 0,06 = 1440 \cdot 5,2 \cdot 0,06 = 449,3 \text{ т.} \quad (5.9)$$

Грошовий еквівалент:

$$E_{\text{урожай}} = 449,3 \cdot 6600 = 2965380 \text{ грн.} \quad (5.10)$$

Отже, завдяки зменшенню простоїв тракторів і своєчасному виконанню робіт ТОВ «КГ АГРО» отримує додатково майже 3 млн грн доходу за сезон.

#### 5.4. Оцінка капітальних вкладень, рівня рентабельності та строку окупності мобільних сервісних бригад ТОВ «КГ АГРО»

Вихідні дані для розрахунку капітальних вкладень.

Для організації однієї мобільної бригади технічного сервісу необхідні:

- Сервісний автомобіль типу Fiat Doblo Cargo (фургон).

За даними оголошень про продаж в Україні, вартість уживаних фургонів Fiat Doblo 2022 - 2024 рр. для комерційного використання становить у середньому 600 тис. грн.

- Комплект інструменту й оснащення для сервісу с/г техніки.

До складу оснащення входять: універсальні набори гайкових ключів та головок, спеціалізовані набори для вантажних авто (типу TOPTUL), домкрати, прес-маслянки, діагностичний інструмент, пневмо- чи електроінструмент, різна специфічна оснастка та інше. З урахуванням необхідності мати декілька наборів, домкрати, спеціалізований інструмент, переносний компресор, ноутбук із діагностичним ПЗ та базовий запас витратних матеріалів, приймаємо узагальнену вартість оснащення на одну бригаду  $C_{\text{оснас}} = 400\,000$  грн.

Загальні капіталовкладення на одну бригаду складуть:

$$K_1 = C_{\text{авт}} + C_{\text{оснас}} = 600\,000 + 400\,000 = 1\,000\,000 \text{ грн.} \quad (5.12)$$

Капіталовкладення на організацію п'яти бригад:

$$K_{\text{заг}} = K_1 \cdot n = 1\,000\,000 \cdot 5 = 5\,000\,000 \text{ грн.} \quad (5.13)$$

Розрахунок рівня рентабельності інвестицій.

З попереднього підрозділу 5.2 встановлено, що сумарний чистий прибуток від роботи п'яти мобільних бригад за сезон (6 місяців) становить  $P_{\text{сез}} = 1\,207\,483$  грн.

Рентабельність інвестицій визначається як відношення чистого прибутку до величини капіталовкладень:

$$R = (P_{\text{сез}} / K_{\text{заг}}) \cdot 100\% = (3865380 / 5000000) \cdot 100\% = 77,3\%. \quad (5.14)$$

Отже, рівень рентабельності інвестицій у створення п'яти мобільних сервісних бригад становить близько 77,3 % за сезон. Це досить високий показник для сервісної сфери.

Визначення строку окупності капіталовкладень.

Строк окупності  $T$  визначають як відношення капіталовкладень до річного (сезонного) чистого прибутку:

$$T = K_{\text{заг}} / P_{\text{сез}} = 5000000 / 3865380 = 1,3 \text{ року}. \quad (5.15)$$

Тобто капіталовкладення у створення п'яти мобільних бригад технічного сервісу для ТОВ «КГ АГРО» окупаються приблизно за 1,3 роки. Надалі сервісна діяльність формує стійкий прибуток при наявності вже сформованої матеріально-технічної бази. Економічні показники наведено в таблиці 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1 - Економічні показники від надання послуг

Показник	Для 1 бригади	Для 5 бригад
Вартість автомобіля, грн	600000	3000000
Вартість оснащення, грн	400000	2000000
Загальні капіталовкладення, грн	1000000	5000000
Чистий прибуток за сезон, грн	241500	1207483
Рентабельність інвестицій	24,1 %	24,1 %
Строк окупності, років	≈ 4 роки	≈ 4 роки

Таблиця 5.5 - Економічні показники від економії

Показник	Для 1 бригади	Для 5 бригад
Вартість автомобіля, грн	600000	3000000
Вартість оснащення, грн	400000	2000000
Загальні капіталовкладення, грн	1000000	5000000
Чистий прибуток за сезон, грн	773076	3865380

Рентабельність інвестицій	77,3 %	77,3 %
Строк окупності, років	≈ 1,3 років	≈ 1,3 років

### 5.5. Висновок

Проведені розрахунки показують, що організація п'яти мобільних сервісних бригад технічного обслуговування тракторів і сільськогосподарської техніки в ТОВ «КГ АГРО» потребує орієнтовних капіталовкладень порядку 5 млн грн. За умов прийнятого завантаження та діючих тарифів на послуги технічного сервісу ці інвестиції окупаються за чотири роки, забезпечуючи рентабельність близько 21 %. З урахуванням додаткової економії на ремонтах та отриманого приросту урожайності загальний економічний ефект для підприємства є 3865380 грн. і рентабельність 77%, що підтверджує доцільність розвитку власної системи мобільного технічного сервісу.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволяє зробити наступні висновки.

1. Встановлено, що забезпечувати необхідний рівень працездатності різноманітного парку тракторів потрібно за рахунок формування якості функціонування СТС на основі комплексу взаємозв'язків, що утворюється при включенні до складу моделі СТС чотирьох елементів: обслуговуваних тракторів; застосовуваних технологій технічного сервісу; виконавців технічного сервісу; вимог виробничих підрозділів.

2. Система спеціалізованого технічного сервісу може функціонувати з необхідним рівнем якості при дотриманні відповідності:

$\mu_1$  – виконаних обсягів робіт технічного сервісу – необхідним обсягам

$\mu_2$  – періодичності ТО тракторів – нормативним або необхідним значенням

– а також при відповідності елементів системи:

$\mu_3$  – технологій ТО і ремонту – тракторам, що обслуговуються;

$\mu_4$  – кваліфікації виконавців технічного сервісу – технологіям ТО і ремонту;

$\mu_5$  – кваліфікації виконавців технічного сервісу – обслуговуваним тракторам.

Добуток ступенів відповідності визначає кількісну характеристику  $K_S$  якості функціонування СТС.

3. Рівень формування якості функціонування СТС тракторів найкращим чином визначається показником, що пов'язує мету функціонування системи технічного сервісу та оцінку якості її функціонування. В якості такого показника прийнятий коефіцієнт технічного використання, що представляється як добуток базового його значення на коефіцієнт якості функціонування системи технічного сервісу  $K_{ТВ} = K_{ТВ}^0 K_S$ . Коефіцієнт якості технічного сервісу є складовою частиною коефіцієнта якості функціонування системи технічного сервісу тракторного парку і визначається як добуток ступенів відповідності елементів системи –  $K_{\mu} = \mu_3 \cdot \mu_4 \cdot \mu_5$ .

4. Встановлено зв'язок ступенів відповідності елементів СТС:  $\mu_3 \cdot \mu_4 = \mu_5$  – добуток ступеня відповідності технологій ТО і ремонту обслуговуваним тракторам на ступінь відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу технологіям ТО і ремонту дорівнює ступеню відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу обслуговуваним тракторам. З цього випливає, що  $K_\mu = \mu_5^2$  – коефіцієнт якості технічного сервісу дорівнює квадрату ступеня відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу обслуговуваним тракторам.

Для різнорідного тракторного парку коефіцієнт якості визначається за залежністю  $K_\mu = \frac{\mu_5^2 \cdot K_{MT}}{K_{MH}}$  де в чисельнику і знаменнику відповідно коефіцієнти різнорідності парку за застосовуваними технологіями технічного сервісу та кваліфікації виконавців.

5. Показано, що практична реалізація формування якості функціонування системи технічного сервісу повинна здійснюватися відповідно до розроблених методик і алгоритмів, вироблених для чотирьох типових ситуацій: сільськогосподарськими підприємствами – що оптимізують склад тракторного парку або підвищують ефективність використання наявного тракторного парку; ремонтно-обслуговуючими підприємствами – що здійснюють ТО і Р сільськогосподарських тракторів або ТО і Р іншої складної самохідної техніки.

6. Перевірка різних варіантів реалізації СТС показала високу якість їх функціонування. Висока якість технічного сервісу дозволила, досягти: зменшення тривалості простою тракторів на ТО-1 в 2,5-3,0 рази; збільшення темпів весняно-польових робіт на 13–19%; скорочення тривалості польових робіт на 12–16%; зниження питомих витрат на ремонт до 18,7%. Витрати на ТО МТП скоротилися на 12–17%.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Карпусь, В. О. (2025). Технічний сервіс різноманітного машинно-тракторного парку: проблеми функціонування та напрями удосконалення. *Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Інжиніринг технологій і технічних систем агропромислового комплексу»* (21 листопада 2025 року), ДДАЕУ, Дніпро, (с. 36–39).
2. Хлудеєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудеєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2019. – С. 180–185.
3. ТОВ КГ Агро. (2025). Річний звіт за 2024 рік. ТОВ КГ Агро. [<https://www.agrokga.com/reports/2024>](<https://www.agrokga.com/reports/2024>)\_annual\_report
4. Покровське (Синельниківський район). [https://uk.wikipedia.org/wiki/Покровське\\_\(Синельниківський\\_район\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Покровське_(Синельниківський_район)). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Покровське\\_\(Синельниківський\\_район\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Покровське_(Синельниківський_район)).
5. Державна служба статистики України. (2024). Сільське господарство України у 2022 році: Статистичний збірник. Державна служба статистики України. [<https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat>](<https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat>)\_u/2023/zb/09/S\_gos\_22.pdf
6. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с
7. Міністерство інфраструктури України. (2014). *Наказ № 615 від 28 листопада 2014 року «Про затвердження Правил надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів»*. Міністерство юстиції України, № 1609/26386.
8. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцева П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.

9. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 1997 р., 159 с.
10. Агротек-Інвест. Про нас. Агротек. <https://agrotek.ua/aboutus/>
11. ТМІ. Про нас. ТМІ. <https://tmi.com.ua/>
12. АМАКО Україна. Про нас. АМАСО. <https://www.amacoint.com/about-1>
13. Агроальянс.. <https://agroalliance.com.ua/agrotechnics>
14. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.
15. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.
16. Popova, D., & Georgieva, M. (2024). *Application of the simplex method in the production of communication modules*. WSEAS Transactions on Business and Economics, 21, 367–375. [https://wseas.com/journals/bae/2024/c785107-032\(2024\).pdf](https://wseas.com/journals/bae/2024/c785107-032(2024).pdf)
17. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації]/Калганков Є.В.–Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2013.–75 с.
18. Dhillon, B. S. (2002). *Engineering maintenance: A modern approach*. CRC Press.
19. Калганков, Є.В. Технічне діагностування об'ємних гідроприводів трансмісії як об'єктивна необхідність / Є.В. Калганков // Сучасна наука: теорія і практика. – Запоріжжя, 2012. – Т. 2. – С. 88-90
20. Державна служба з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів України. (с. д.). Нагляд (контроль) у системі інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу. <https://dp.dpss.gov.ua/diyalnist/napryami-diyalnosti/naglyadu-kontrolyu-u-sistemi-inzhenerno-tehnichnogo-zabezpechennya-agropromislovogo-kompleksu/>

21. Васаєр, N. (2011). Verhulst and the logistic equation (1838). У N. Васаєр, *A short history of mathematical population dynamics* (розд. 6). Springer.
22. *Зернова сівалка planter-3.6 (сівалка СЗ-3.6 А)*. (б. д.). <https://agro-liga.com>.
23. Пат. 100401 Україна, МПК (2006.01) G01N 3/46. Спосіб визначення енергії руйнування гумових футерівок / Дирда В. І., Калганков Є. В, Черній О. А., Цаніді І. (Україна); № u 2015 00639; заявл. 27.01.2015; опубл. 27.07.15, Бюл. № 14. - 4 с
24. Пат. 119244 Україна, МПК7 МПК G01N 33/44 (2006.01). Пристрій для випробувань гумових елементів на стирання [Текст] / Дирда В.І.; Калганков Є.В.; Черній О.А.; Цаніді І.М.; Калганков Б.В.. u201602207; заявл. 09.03.2016 ; опубл. 25.09.2017, бюл. № 18- 4с.
25. Калганков, Є., (2022). Поліпшення фізико-механчних властивостей гуми шляхом її модифікації фулереном C60. У: *Теоретичні та практичні питання аграрної науки, 18 травня 2022, Дніпро, Україна*. Дніпро: ДДАЕУ. с. 95–97.
26. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
27. Агальцов, Г. М., Лисиця, М. І., Новікова, А. В., & Калганков, Є. В. (2024). Оцінка та управління ризиками, пов'язаними з виробничим шумом та вібраціями на виробництві. У *«ПОТУРАЇВСЬКІ ЧИТАННЯ»: матеріали XXI Всеукр. наук.-техн. конф., присвяч. 102- річниці з дня народження акад. НАН України В.М. Потураєва* (с. 61-62). НТУ Дніпровська політехніка. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10825>
28. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.

**ДОДАТКИ**

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра інжинірингу технічних систем

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОЇ  
РОБОТИ РІЗНОРІДНОГО МАШИНО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МІАТ-1-24  
Киргусь Вадим Олександрович

**Керівник:** доцент, к.т.н.  
Толстенко Олександр Васильович

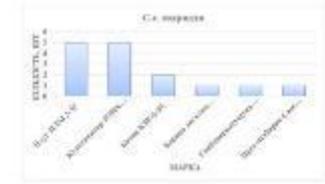
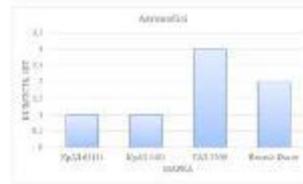
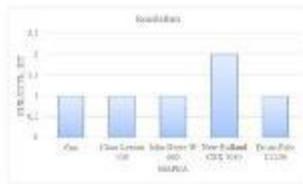
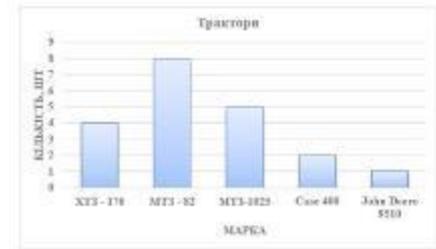
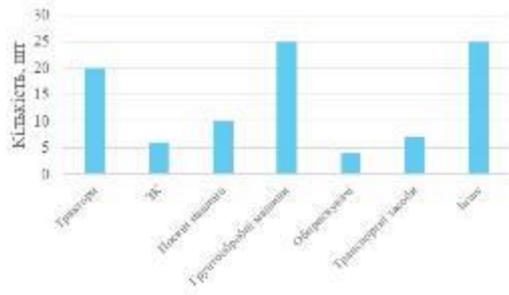
Дніпро-2025

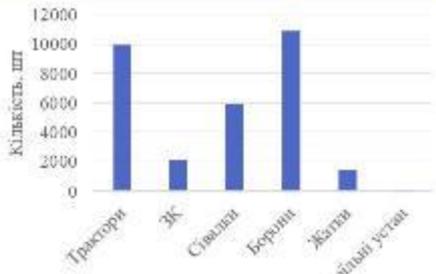
### МЕТА РОБОТИ

Розробка методології формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу парку тракторів АПК шляхом обґрунтування складу системи при проектуванні її структури

### ЗАДАЧІ РОБОТИ

1. Обґрунтувати склад і здійснити концептуальне проектування системи спеціалізованого технічного сервісу тракторного парку.
2. Провести аналітичний опис і дослідження процесу функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу.
3. Визначити методологічні принципи формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу та методи забезпечення якості технічного сервісу різномірного парку тракторів АПК.
4. Розробити рекомендації щодо ефективного функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу при забезпеченні працездатності парку тракторів АПК.
5. Провести перевірку основних результатів досліджень та оцінити їх очікувану ефективність.





Кількісний склад МТП області



Основні дилери та сервіси області





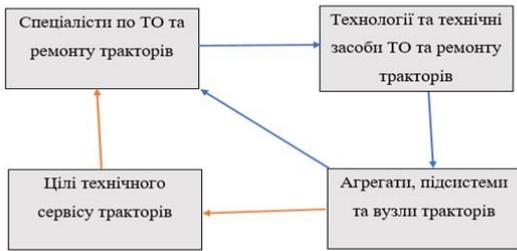
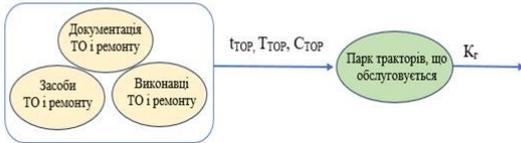
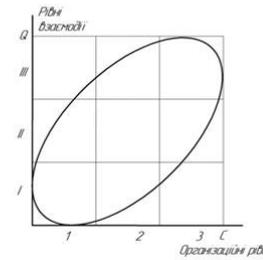


Схема взаємозв'язків між перерахованими елементами системи технічного сервісу



Модель системи ТО та ремонту тракторів  
 Математичний опис системи ТО та ремонту  
 $C_{ТОР} = f(t_{ТОР}, N_v) \rightarrow C_{НОРМ}$   
 N<sub>v</sub> – чисельність виконавців ТО та ремонту



Теоретичний розподіл рівнів технічного сервісу за організаційними рівнями

Рівні впливу на трактор



Завдання розподілу обсягів робіт з технічного сервісу тракторів між рівнями технічного сервісу

□	Q <sub>1</sub> <sup>o</sup>				Q <sub>2</sub> <sup>o</sup>				Q <sub>3</sub> <sup>o</sup>				
C <sub>1</sub> <sup>o</sup>	x11 <sup>o</sup>				x12 <sup>o</sup>				x13 <sup>o</sup>				
	a11 <sup>o</sup>	b11 <sup>o</sup>	d11 <sup>o</sup>	g1 <sup>o</sup>	a12 <sup>o</sup>	b12 <sup>o</sup>	e112 <sup>o</sup>	g1 <sup>o</sup>	a13 <sup>o</sup>	b13 <sup>o</sup>	e113 <sup>o</sup>	e123 <sup>o</sup>	g1 <sup>o</sup>
C <sub>2</sub> <sup>o</sup>	x21 <sup>o</sup>				x22 <sup>o</sup>				x23 <sup>o</sup>				
	a21 <sup>o</sup>	b21 <sup>o</sup>	d21 <sup>o</sup>	g2 <sup>o</sup>	a22 <sup>o</sup>	b22 <sup>o</sup>	e212 <sup>o</sup>	g2 <sup>o</sup>	a23 <sup>o</sup>	b23 <sup>o</sup>	e213 <sup>o</sup>	e223 <sup>o</sup>	g2 <sup>o</sup>
C <sub>3</sub> <sup>o</sup>	x31 <sup>o</sup>				x32 <sup>o</sup>				x33 <sup>o</sup>				
	a31 <sup>o</sup>	b31 <sup>o</sup>	d31 <sup>o</sup>	g3 <sup>o</sup>	a32 <sup>o</sup>	b32 <sup>o</sup>	e312 <sup>o</sup>	g3 <sup>o</sup>	a33 <sup>o</sup>	b33 <sup>o</sup>	e312 <sup>o</sup>	e323 <sup>o</sup>	g3 <sup>o</sup>



Модель системи технічного сервісу тракторів  
Для формування концепції системи технічного  
сервісу тракторів виділимо наступні базові  
поняття



Операційне I-АБО дерево «підтримки працездатності тракторів»



Модель формування якості функціонування системи технічного сервісу тракторів

Математичний опис формування якості функціонування СТС

$$K_S = \varphi(T, P, K) \rightarrow K_S \text{ год}$$

де  $T$  – трудомісткість робіт з технічного обслуговування;

$P$  – періодичність технічного обслуговування;

$K_d$  – якість технічного сервісу.

Продуктивність тракторів повинна забезпечувати необхідну продуктивність тракторних агрегатів

$$W_a = k \cdot W_{\text{дв}} \cdot K_M,$$

де  $k$  – нормативний коефіцієнт;

$W_{\text{дв}}$  – продуктивність тракторного агрегату, га/год основною часу;

$K_M$  – коефіцієнт технічного використання.

Коефіцієнт технічного використання тракторів, як комплексний показник надійності, прийнятий нами як надсистемний параметр,

$$K_{\text{вт}} = K_{\text{вт}}^a \cdot K_S \geq K_{\text{вт}}^{\text{нв}}.$$

де  $K_{\text{вт}}$  – базове значення коефіцієнта технічного використання.

$K_S$  – коефіцієнт якості функціонування СТС, що визначається за залежністю:

$$K_S = \mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4 \mu_5,$$

де  $\mu_1$  – ступінь відповідності виконаних обсягів робіт технічного сервісу – необхідним обсягам;

$\mu_2$  – ступінь відповідності періодичності ТО – нормативним її значенням;

$K_d$  – коефіцієнт якості технічного сервісу.

Коефіцієнт якості технічного сервісу  $K_d$  визначається взаємною відповідністю обслуговуваного парку тракторів, технологій ТО і ремонту та виконавців ТО і ремонту

$$K_d = \mu_3 \mu_4 \mu_5$$

$\mu_3$  – відповідність технологій ТО і ремонту – тракторам, що обслуговуються;

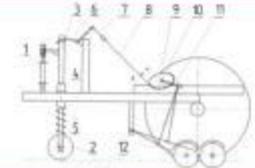
$\mu_4$  – відповідність кваліфікації виконавців технічного сервісу – технологіям ТО і ремонту;

$\mu_5$  – відповідність кваліфікації виконавців технічного сервісу – тракторам, що обслуговуються.

СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ПРИ ВСТАНОВЛЕНИХ ЦІЛЯХ ДІЯЛЬНОСТІ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН АГРЕГАТІВ



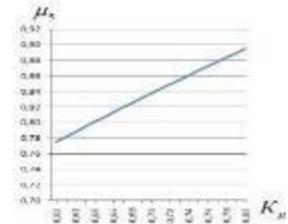
Зернова сіялка Planter 3.6



Модернізований механізм підйому сошників: 1 – гідроциліндр, 2 – копіювальне колесо, 3 – стійка, 4 – регулювальна втулка, 5 – уніформа пружина, 6 – діаметричний важіль, 7 – верхня частина тяги, 8 – нижня частина тяги, виконана у вигляді ланцюга 9 – еліпсоподібна зірочка, 10 – вал, 11 – вилка, 12 – штанги з пружинами

Коефіцієнт приєднатності тракторного агрегату

$$K_p = \frac{t_p}{t_p + t_{TO} + t_{OT} + t_{MT-P} + t_{OT-L}}$$



Залежність значень ступеня відповідності кваліфікації виконавців обслуговування тракторами  $\mu_p$  від коефіцієнта якості  $K_{\mu}$

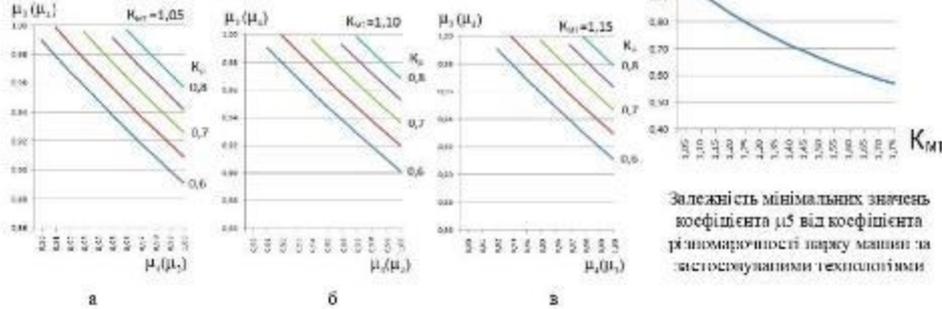
Відповідність кваліфікації виконавців технічного сервісу тракторам, що обслуговуються

$$\mu_3 = \sqrt{\frac{K_{\mu}}{K_{MT}}}$$

$\mu_3$  – відповідність технологій ТО і ремонту – тракторам, що обслуговуються;

$\mu_4$  – відповідність кваліфікації виконавців технічного сервісу – технологіям ТО і ремонту:

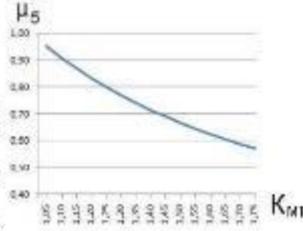
$$\mu_5(\mu_4) = \frac{\mu_3 \cdot K_{MT}}{\mu_4(\mu_3)}$$



Залежності мінімальних значень  $\mu_3$  і  $\mu_4$

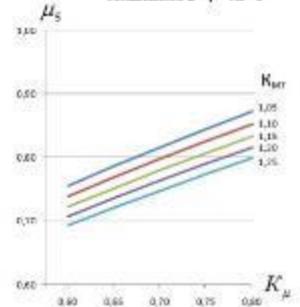
Аналіз показує, що із зростанням коефіцієнта різномарочності парку машин за застосованими технологіями ступінь відповідності технологій обслуговуванням машинним і ступінь відповідності кваліфікації виконавців застосованим технологіям повинен збільшуватися.

З парку  $\mu_3 = \sqrt{\frac{K_{\mu}}{K_{MT}}}$  випливає  $\mu_5 \leq \frac{1}{K_{MT}}$ .



Залежність мінімальних значень коефіцієнта  $\mu_5$  від коефіцієнта різномарочності парку машин за застосованими технологіями

Щоб забезпечити обслуговування парку машин, різномарочного за застосованими технологіями, необхідно знизувати ступінь відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу обслуговуванням машинним в  $\sqrt{K_{MT}}$  раз



Залежність мінімальних значень коефіцієнта  $\mu_5$  від коефіцієнта якості технічного сервісу при різних значеннях коефіцієнта різномарочності парку машин за застосованими технологіями



Фактор	Заходи безпеки
<b>Хімічні фактори</b>	Використання витяжних шаф, респіраторів, захисного одягу, регулярне провітрювання приміщення
<b>Фізичні фактори</b>	Звукоізоляція обладнання, використання віброізолюючих матеріалів, застосування інструментів з низьким рівнем вібрації
<b>Психофізіологічні фактори</b>	Оптимізація режиму роботи та відпочинку, ротація робочих місць, психологічна підтримка працівників

Економічні показники від надання послуг

Показник	Для 1 бригади	Для 5 бригад
Вартість автомобіля, грн	600000	3000000
Вартість оснащення, грн	400000	2000000
Загальні капіталовкладення, грн	1000000	5000000
Чистий прибуток за сезон, грн	241500	1207483
Рентабельність інвестицій	24,1 %	24,1 %
Строк окупності, років	≈ 4 роки	≈ 4 роки

Економічні показники від економії

Показник	Для 1 бригади	Для 5 бригад
Вартість автомобіля, грн	600000	3000000
Вартість оснащення, грн	400000	2000000
Загальні капіталовкладення, грн	1000000	5000000
Чистий прибуток за сезон, грн	773076	3865380
Рентабельність інвестицій	77,3 %	77,3 %
Строк окупності, років	≈ 1,3 років	≈ 1,3 років

Проведене дослідження дозволяє зробити наступні висновки.

1. Встановлено, що забезпечувати необхідний рівень працездатності різномірного парку тракторів потрібно за рахунок формування якості функціонування СТС на основі комплексу взаємозв'язків, що утворюється при включенні до складу моделі СТС чотирьох елементів: обслуговуваних тракторів; застосовуваних технологій технічного сервісу; виконавців технічного сервісу; вигодоотримувачів виробничих підрозділів.

2. Система спеціалізованого технічного сервісу може функціонувати з необхідним рівнем якості при дотриманні відповідності:

μ1 – виконаних обсягів робіт технічного сервісу – необхідним обсягам

μ2 – періодичності ТО тракторів – нормативним або необхідним значенням – а також при відповідності елементів системи

μ3 – технологій ТО і ремонту – тракторам, що обслуговуються

μ4 – кваліфікації виконавців технічного сервісу – технологіям ТО і ремонту;

μ5 – кваліфікації виконавців технічного сервісу – обслуговуваним тракторам.

Добуток ступенів відповідності визначає кількісну характеристику КС якості функціонування СТС.

3. Рівень формування якості функціонування СТС тракторів найкращим чином визначається показником, що пов'язує мету функціонування системи технічного сервісу та оцінку якості її функціонування. В якості такого показника прийнятий коефіцієнт технічного використання, що представляється як добуток базового його значення на коефіцієнт якості функціонування системи технічного сервісу  $K_{\text{тв}} = K_{\text{тв}} \cdot K_{\text{С}}$ . Коефіцієнт якості технічного сервісу є складовою частиною коефіцієнта якості функціонування системи технічного сервісу тракторного парку і визначається як добуток ступенів відповідності елементів системи –  $K_{\text{С}} = \mu_3 \cdot \mu_4 \cdot \mu_5$ .

4. Встановлено зв'язок ступенів відповідності елементів СТС:  $\mu_3 \cdot \mu_4 = \mu_5$  – добуток ступеня відповідності технологій ТО і ремонту обслуговуваним тракторам на ступінь відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу технологіям ТО і ремонту дорівнює ступеню відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу обслуговуваним тракторам. З цього випливає, що – коефіцієнт якості технічного сервісу дорівнює квадрату ступеня відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу обслуговуваним тракторам.

Для різномірного тракторного парку коефіцієнт якості визначається за залежністю де в чисельнику і знаменнику відповідно коефіцієнти різномірності парку за застосовуваними технологіями технічного сервісу та кваліфікації виконавців.

5. Показано, що практична реалізація формування якості функціонування системи технічного сервісу повинна здійснюватися відповідно до розроблених методик і алгоритмів, вироблених для чотирьох типових ситуацій: сільськогосподарськими підприємствами – що оптимізують склад тракторного парку або віддають, ефективність використання наявного тракторного парку; ремонтно-обслуговувальними підприємствами – що здійснюють ТО і Р сільськогосподарських тракторів або ТО і Р іншої складної самохідної техніки.

6. Перебірка різних варіантів реалізації СТС показала високу якість їх функціонування. Висока якість технічного сервісу дозволила досягти зменшення тривалості простою тракторів на ТО-1 в 2,5-3,0 разів; збільшення темпів весняно-польових робіт на 13-19%; скорочення тривалості польових робіт на 12-16%; зниження питомих витрат на ремонт до 18,7%. Витрати на ТО МТП скоротилися на 12-17%.

## Додаток Б

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



**ІНЖИНІРИНГ ТЕХНОЛОГІЙ І  
ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
АГРОПРОМИСЛОВОГО  
КОМПЛЕКСУ**

**ЗБІРНИК ТЕЗ**

**IV Всеукраїнської науково-практичної конференції  
молодих вчених**

**Частина 1. Інжиніринг технічних систем агропромислового  
виробництва**

*21 листопада 2025 р.*

**Дніпро • 2025**

*Рекомендовано до друку вченою радою  
Інженерно-технологічного факультету  
Дніпровського державного аграрно-економічного університету  
(протокол № 3 від 25 листопада 2025 р.)*

*Захід внесено в реєстр УкрІНТЕІ  
(посвідчення № 729 від 20 жовтня 2025 р.)*

**Інжиніринг технологій і технічних систем агропромислового комплексу. Збірник тез IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (21 листопада 2025 р.). Частина 1. Інжиніринг технічних систем агропромислового виробництва. Дніпро, ДДАЕУ, 2025. – 286 с.**

Викладено матеріали наукових досліджень, виконаних вченими науково-дослідних установ та закладів вищої освіти з питань впровадження сучасного інжинірингу технологій і технічних систем агропромислового комплексу України. Видання представляє інтерес для науковців, викладачів, аспірантів, студентів аграрних і біологічних вузів та сільгоспвиробників.

*Автори опублікованих тез доповідей відповідальні за патентну чистоту і точність наведених фактів, цитат, власних імен, географічних назв, а також за розголошення даних, які не підлягають публікації у відкритих засобах масової інформації.*

УДК 631.372:629.1:631.3

Карпуть В.О., здобувач вищої освіти СВО Магістр, ОПІ Агроінженерія<sup>6</sup>

dsau\_pim@ukr.net

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

### ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС РІЗНОРІДНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ: ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА НАПРЯМІ УДОСКОНАЛЕННЯ

Сучасний стан машинно-тракторного парку України характеризується значною різноманітністю техніки, високим ступенем зношеності та відсутністю системної моделі технічного сервісу. За даними досліджень, понад 60 % тракторів і сільськогосподарських машин повністю виробили свій ресурс, а темпи оновлення не перевищують 3–4 % на рік [1]. У більшості господарств експлуатація техніки здійснюється за умов сезонних пікових навантажень, тоді як ремонтно-обслуговувальна інфраструктура перебуває у критичному стані: ремонтні майстерні не укомплектовані кадрами, відсутні засоби діагностики та централізовані пункти технічного обслуговування [2].

У сільськогосподарських підприємствах техніка тривалий час перебуває у простої, що зумовлює вплив кліматичних і атмосферних чинників на матеріали конструкцій та сприяє фізичному старінню машин. Зберігання техніки організовано на низькому рівні: 22–29 % машин виходять з ладу через порушення правил експлуатації та зберігання, а 10–15 % відмов безпосередньо пов'язані з неякісною розконсервацією та очищенням поверхонь [3]. За кордоном, навпаки, зберігання є одним із ключових елементів сервісної системи, і вважається, що вкладені у нього кошти окупуються вдвічі ефективніше, ніж витрати на виробництво нової техніки.

---

<sup>6</sup> Науковий керівник – Толстенко О.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри інжинірингу технічних систем

Додатковою проблемою є нерівномірна структура технічного сервісу. У низці регіонів техніка обслуговується власними силами господарств, де зазвичай функціонують двоє механіків і мобільні бригади на базі легкових автомобілів типу пікап чи фургон, оснащених базовими інструментами [4]. У той же час лише 12 з 59 підприємств Дніпропетровської області мають парки понад 20 тракторів, тоді як решта володіють 6 – 8 одиницями техніки, що ускладнює створення ефективних сервісних підрозділів. У таких умовах значна частина технічного сервісу виконується несвоєчасно або не в повному обсязі, що призводить до зростання відмов та зниження продуктивності агрегатів.

Характерною рисою різномірного тракторного парку є одночасна наявність техніки різних років випуску, конструктивних рішень і виробників. Це ускладнює стандартизацію ремонтних процесів, підбір запасних частин, проведення діагностики та планування технічного обслуговування. Слід також зазначити, що структура сервісних підприємств, яка існувала до 1990-х років, повністю втрачена, а створені дилерські центри переважно забезпечують лише гарантійне обслуговування нової техніки, не покриваючи потребу в післягарантійному ремонті [4].

Одним із важливих елементів технічного сервісу є якісне очищення машин у період підготовки до сезону. Забруднення поділяють на технологічні та експлуатаційні; їхня адгезія та характер утворення визначають складність видалення. Недостатньо якісне очищення здатне зменшити післяремонтний ресурс техніки на 20–30 %. Традиційні методи очищення супроводжуються високими трудовими витратами, ризиком пошкоджень і низькою ефективністю.

Аналіз показує, що низький рівень організації технічного сервісу різномірного машинно-тракторного парку є однією з причин втрати працездатності техніки та підвищених експлуатаційних витрат. Актуальним є створення спеціалізованих сервісних структур, впровадження сучасних діагностичних засобів та оптимізація процесів обслуговування. Перспективним напрямом подальших досліджень є удосконалення технологій очищення поверхонь машин, зокрема використання повітряного струменя з додаванням

тирси як м'якого абразиву, що дозволить підвищити якість розконсервації, знизити трудомісткість та продовжити ресурс техніки.

#### Список літератури

1. Калганков Є. В. Аналіз існуючих та визначення перспективних методів та засобів діагностування агрегатів об'ємних гідроприводів трансмісії мобільних машин. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 134 «Технічний сервіс машин для рослинництва». 2013. С. 332-338.
2. Мельяцков П. Т. Організація використання техніки за умов дефіциту матеріально - технічних ресурсів / П. Т. Мельяцков, Є. В. Калганков. // Zbiór raportów naukowych „Inżynieria i technologia. Teoria. Praktyk Sp. z o.o. «Diamond trading tou. – 2010. – С. 84–87.
3. Гапанчук А.М. Технологія зберігання сільськогосподарських машин та шляхи її покращення / А.М. Гапанчук, Є. В. Калганков. // Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo- Praktycznej. Sp. z o.o. Diamond trading tou, Warszawa. – 2017. – С. 50–55.- Режим доступу: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/1078>.
4. Хлудєв, Б., & Калганков, Є. (2019). Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки john deere. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу*, 190–196.

Наукове видання

**ІНЖИНІРИНГ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ**

Збірник тез IV Всеукраїнської науково-практичної конференції  
молодих вчених

Частина 1. Інжиніринг технічних систем агропромислового виробництва  
(21 листопада 2025 р.)

Мови: українська, англійська

Редактор: Ельчин АЛІЄВ  
Комп'ютерна верстка: Ілля БЛЮУС

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25

Тел.: (056) 371-08-21  
E-mail: [technologyengineeringdsau@gmail.com](mailto:technologyengineeringdsau@gmail.com)  
[dsau.dp.ua](http://dsau.dp.ua)  
[133phd.dsau.dp.ua](http://133phd.dsau.dp.ua)