ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Оцінка працездатності парку тракторів у системі технічного сервісу АПК у «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» м. Кропивницький»

Виконав:
магістрант групи АІ(ТС)-22М _____ Євген ТАРАСЕНКО
(шифр групи) (підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник:
к.т.н, доцент _____ _____ Олег БЕВЗ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри:
к.т.н, доцент _____ _____ Сергій МАГОПЕЦЬ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)
«__» _____ 2023 р.

Рецензент:
_____, _____ _____ _____
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)
«__» _____ 202_ р.

Кропивницький – 2023 р.

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський) рівень вищої освіти
Галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»
Освітньо-професійна програма: «Технічний сервіс сільськогосподарської техніки»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри «Експлуатація та ремонт машин»

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ
«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Тарасенка Євгена Олеговича
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Оцінка працездатності парку тракторів у системі технічного сервісу АПК у «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» м. Кропивницький»

керівник роботи Бевз Олег Вікторович, кандидат технічних наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові) (науковий ступінь) (вчене звання)
затверджена наказом вищого навчального закладу від «04» серпня 2023 року № 42-13
2. Строк подання здобувачем роботи « 15 » січня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Матеріали науково-дослідної практики. 2. Організація та технологія технічного сервісу машин.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Розділ 1. Обґрунтування напрямку наукових досліджень. 1. Характеристика виробничої структури ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький 2. Актуальність теми та задачі дослідження.
Розділ 2. Обґрунтування системи технічного обслуговування тракторного парку. 1. Цілі технічного обслуговування та ремонту. 2. Процеси в технічних системах тракторів. 3. Технології технічного обслуговування і ремонту. 4. Виконавці технічного обслуговування та ремонту. 5. Проект системи технічного сервісу тракторів. 6. Аналіз математичної моделі формування якості технічного обслуговування. 7. Аналіз логістичної функції ступенів відповідності елементів якості технічного сервісу.
Розділ 3. Проектування систем технічного обслуговування тракторного парку. 1. Система технічного сервісу при встановлених цілях діяльності. 2. Система технічного сервісу за відомого складу тракторного парку. 3. Система

технічного сервісу тракторів при відомих технологіях ТО і ремонту. 4. Система технічного сервісу тракторів при відомих виконавцях ТО і ремонту.
Розділ 4. Результати реалізації технічного сервісу мобільною ланкою. 1. Реалізація технічного сервісу мобільною ланкою підприємства «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ». 2. Організація технічного обслуговування мобільними ланками дилерського підприємства ТОВ «Ландтех». 3. Рекомендації по удосконаленню системи технічного сервісу виїздними бригадами. 4. Перспективи розвитку системи технічного сервісу.

5. Перелік ілюстративного матеріалу.
1. Актуальність теми та задачі дослідження (А1).
2. Цілі технічного обслуговування та ремонту (А1).
3. Проект системи технічного сервісу тракторів (А1).
4. Системи технічного сервісу (А1).
5. Організація технічного обслуговування мобільними ланками дилерського підприємства (А1).

ГРАФІК ВИКОНАННЯ ЕТАПІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування напрямку наукових досліджень	16.11.2023	
2	Обґрунтування системи технічного обслуговування тракторного парку	02.12.2023	
3	Проектування систем технічного обслуговування тракторного парку	25.12.2023	
4	Результати реалізації технічного сервісу мобільною ланкою	05.01.2023	
5	Графічний матеріал	10.01.2024	

Магістрант _____ Тарасенко Є.О
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Бевз О.В
(підпис) (ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Метою даної роботи є розробка методології формування якості функціонування системи технічного сервісу парку тракторів АПК шляхом обґрунтування складу системи обслуговування. Під системою спеціалізованого технічного обслуговування АПК ми розуміємо сукупність служб технічного обслуговування сільськогосподарських підприємств і дилерів, що містять штат виконавців технічного сервісу або сервісних інженерів, які мають необхідні технічні засоби для здійснення сервісної діяльності.

В першому розділі проведений аналіз ефективності виробничої діяльності ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» та обґрунтовано тему магістерської роботи її актуальність та задачі дослідження.

В другому розділі описані технології технічного обслуговування і ремонту та проведений аналіз математичної моделі формування якості технічного обслуговування та ступенів відповідності елементів якості технічного сервісу.

Третій розділ містить розроблену систему технічного сервісу при встановлених цілях діяльності, а саме відомого складу тракторного парку та відомих технологій і виконавців ТО і ремонту.

В четвертому розділі описана реалізація технічного сервісу тракторів господарства мобільними ланками, що показала високу ефективність роботи групи виконавців.

Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і переліку використаних джерел. Повний обсяг роботи складає 85 сторінок. Робота включає в себе 36 рисунків, 11 таблиць, 22 використаних літературних джерела.

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП. 6
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
1.1 Характеристика виробничої структури ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький 7
1.2 Актуальність теми та задачі дослідження 9
РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРНОГО ПАРКУ
2.1 Цілі технічного обслуговування та ремонту 19
2.2 Процеси в технічних системах тракторів 21
2.3 Технології технічного обслуговування і ремонту 24
2.4 Виконавці технічного обслуговування та ремонту 27
2.5 Проект системи технічного сервісу тракторів 32
2.6 Аналіз математичної моделі формування якості технічного обслуговування 42
2.7 Аналіз логістичної функції ступенів відповідності елементів якості технічного сервісу 46
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРНОГО ПАРКУ
3.1 Система технічного сервісу при встановлених цілях діяльності 50
3.2 Система технічного сервісу за відомого складу тракторного парку 53
3.3 Система технічного сервісу тракторів при відомих технологіях ТО і ремонту 56
3.4 Система технічного сервісу тракторів при відомих виконавцях ТО і ремонту 60
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МОБІЛЬНОЮ ЛАНКОЮ
4.1 Реалізація технічного сервісу мобільною ланкою

підприємства «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» 64
4.2 Організація технічного обслуговування мобільними ланками дилерського підприємства ТОВ «Ландтех» 66
4.3. Рекомендації по удосконаленню системи технічного сервісу виїздними бригадами 75
4.4 Перспективи розвитку системи технічного сервісу 77
ВИСНОВКИ 82
Список використаної літератури 83

ВСТУП

Машинно-тракторний парк сільськогосподарських підприємств, як правило, складається з тракторів та сільськогосподарської техніки радянського виробництва та в невеликій кількості – тракторів та агрегатів зарубіжних фірм з високою продуктивністю та високою надійністю. Він характеризується нерозвиненою інфраструктурою ремонту та технічного обслуговування.

Наразі завдання нарощування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції можна вирішити шляхом використання в господарстві нових енергонасичених тракторів. Нова сільськогосподарська техніка обслуговується дилерськими центрами фірм-виробників. Однак у післягарантійний період дилери забезпечують користувачів техніки лише запасними частинами. Післягарантійне обслуговування, контроль стану та усунення наслідків відмов техніки здійснюється сільгосппідприємствами самостійно.

Техніка обслуговується та ремонтується силами та застарілими засобами, а обслуговування різної техніки здійснюється різними методами, з різною ефективністю. Підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів (МТА) треба покращувати за рахунок виконання вчасного і якісного обслуговування, що призведе до зниження витрат паливо-мастильних матеріалів і зменшить період простою техніки.

Ремонтні майстерні на даний час не укомплектовані висококваліфікованими кадрами, немає засобів сучасного технічного обслуговування, інструментів і діагностичного обладнання. При організації функціонування сервісних підприємств існує проблема підтвердження якості послуг технічного сервісу. Однак до цього часу не вироблено загальний підхід до створення системи технічного сервісу (СТС), що ефективно функціонує та забезпечує раціональний рівень працездатності існуючого тракторного парку.

РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Характеристика виробничої структури ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» м. Кропивницький.

Підприємство ТОВ «АГРОСПЕЦСЕРВІС» знаходиться за адресою Україна, 25019, Кіровоградська область, м. Кропивницький, вулиця Івана Похитонова, 5. Підприємство в своєму активі має земельні угіддя які розташовані в Кропивницькому районі і використовуються для вирощування сільськогосподарських культур.

Основна діяльність підприємства це виробництво машин і устаткування для сільського та лісового господарства. На території підприємства розташована площадка для продажу сільськогосподарської техніки із США, автомобільного транспорту і запасних частин до сільськогосподарської техніки.

База знаходиться на околиці міста Кропивницький. Підприємство було відкрито на базі колишнього ремонтно-транспортного підприємства. Підприємство знаходиться неподалік від залізничної дороги що дає можливість збільшити територію збуту вироблених машин та устаткування.

В 2018 році проведена реорганізація роботи підприємства відповідно до умов, що склались на ринку. Проведена зміна рухомого парку автомобілів, тракторів і нескладної сільськогосподарської техніки, здійснено ремонт приміщень і оновлено обладнання в будівлі для проведення технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Внесено зміни в систему диспетчерського керування відділу експлуатації, що допомогло повністю забезпечити портфель замовлень на здійснення перевезень в залежності від сезонних коливань попиту та зміни кон’юнктури ринку. Забезпечення замовлень здійснюється за допомогою сучасних диспетчерських програм через спеціалізовані сайти системи Інтернет. На сьогоднішній день підприємство виконує автомобільні вантажоперевезення по Україні та в країни Європейського союзу.

Всі будівлі на території підприємства поділяються на головні та допоміжні.

До головних відносяться будівлі по ремонту і обслуговуванню транспортних засобів і нескладної сільськогосподарської техніки.

До допоміжних – цехи агрегатного і остаточного складання виробів, їхнього фарбування, комплектації запасними частинами і знімним устаткуванням.

Допоміжні цехи виготовляють продукцію, яка використовується для забезпечення особистих потреб усередині самого підприємства. До них відносяться: інструментальний, модельний, ремонтний, енергетичний, транспортний.

Обслуговуючі цехи в господарстві виконують роботи, які забезпечують необхідні умови для нормального ходу основних і допоміжних виробничих процесів.

Основною виробничою ланкою усередині підприємства є цех. Повноправним керівником цеху є начальник цеху, який підпорядковується директору. Начальник цеху керує упровадженням нової техніки і передових технологічних процесів, забезпечує виконання і перевиконання цехом виробничого плану за всіма показниками.

Начальник цеху керує і координує роботу виробничих дільниць цеху. Керівництво ними він здійснює через майстрів, що очолюють окремі дільниці. У розпорядженні начальника цеху є апарат управління.

Планово-диспетчерське бюро складає місячні і змінно-добові плани і графіки роботи окремих дільниць, змін, відділень і робочих місць, аналізує результати виконання виробничого плану, розробляє показники роботи окремих ділянок і бригад.

Бюро інструментального господарства відповідає за забезпечення робочих місць інструментами, пристосуваннями і за їхню експлуатацію.

Бюро праці і заробітної платні вивчає шляхи підвищення продуктивності праці, методи роботи новаторів виробництва, розробляє норми вироблення,

часу, проводить розрахунок прогресивних доплат, премій і ін. Механік цеху стежить за експлуатацією устаткування, проводить його огляд і перевірку, забезпечує проведення планово-запобіжних ремонтів, здійснює заходи, щодо попередження поломок і аварій устаткування, відповідає за охорону праці і техніку безпеки в цеху.

Бухгалтерія цеху веде бухгалтерський облік матеріальних цінностей, фінансових і трудових ресурсів.

Економічне бюро планує виробничо-господарську діяльність цеху, веде звітність і аналізує роботи.

Наразі характерним є поглиблення спеціалізації виробництва. Все більше з'являється підприємств з ряду основних і допоміжних цехів, підрозділів, функції яких виконують спеціалізовані підприємства. Це сприяє спрощенню структури підприємств, підвищуючи ефективність як основних, так і допоміжних обслуговуючих цехів і господарств.

В розпорядженні підприємства знаходиться шість комбайнів, дванадцять автомобілів, дев’ять тракторів та двадцять п’ять іншої сільськогосподарської техніки, котру необхідно своєчасно ремонтувати в разі виходу її із ладу, обслуговувати в процесі експлуатації, а також в плановому порядку. В сучасному житті, враховуючи велику вартість нової сільськогосподарської техніки, істотно є не придбання нової техніки, а підтримання існуючої техніки в працездатному стані.

1.2 Актуальність теми та задачі дослідження.

Під час проходження науково-дослідної практики було проведено огляд техніки яка знаходиться на балансі підприємства, переглянуті звіти з їх утримання, а також дані цеху по ремонту і обслуговуванню транспортних засобів і сільськогосподарської техніки з 2020 року по 2023 рік включно.

Беручи до уваги останні роки рівень технічної оснащеності господарств значно зріс. Керівники підприємств відмовляються від експлуатації застарілої

техніки так як вона потребує більшого догляду і великого вливання коштів в ремонт і обслуговування. Це призводить до невиконання агротехнічних строків проведення робіт і збільшується навантаженість на один трактор чи комбайн. З економічної точки зору це невигідно підприємствам і вони шукають нові шляхи підвищення рівня технічної готовності машин у напружені періоди проведення тих чи інших польових робіт.

Питання технічного сервісу, технічного обслуговування (ТО), ремонту, діагностування машинно-тракторного парку сільськогосподарських підприємств і сервісних станцій вивчалися неодноразово, проте методологічні підходи, що використовуються, не можуть повною мірою використовуватися для вирішення завдання формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу, що забезпечує працездатність АПК.

Забезпечити працездатність парку тракторів можна за рахунок формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу АПК шляхом обґрунтування складу системи та комплексу взаємозв’язків її елементів під час проектування структур.

Наукова проблема полягає у недостатній кількості знань про склад та структуру системи спеціалізованого технічного сервісу, комплекс взаємозв’язків її елементів, що не дозволяє здійснити її якісне функціонування для забезпечення працездатності різнорідного тракторного парку. Тому дослідження з обґрунтування складу та структури системи спеціалізованого технічного сервісу тракторів є одним із актуальних завдань сучасної інженерної науки.

Мета дослідження: розробка методології формування якості функціонування системи технічного сервісу парку тракторів АПК шляхом обґрунтування складу системи.

Задачі дослідження.

1. Обґрунтувати склад та здійснити концептуальне проектування системи спеціалізованого технічного сервісу тракторного парку.

2. Провести аналітичний опис та дослідження процесу функціонування

системи спеціалізованого технічного сервісу.

3. Визначити методологічні засади формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу та методи забезпечення якості технічного сервісу парку тракторів АПК.

4. Розробити рекомендації щодо ефективного функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу за умови забезпечення працездатності парку тракторів АПК.

5. Провести перевірку основних результатів досліджень та оцінити їх очікувану ефективність.

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

Предмет дослідження: взаємозв'язок параметрів стану тракторів, технологій технічного сервісу, кваліфікації виконавців для формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу, що забезпечує необхідний рівень працездатності парку тракторів АПК.

Теоретична значущість роботи:

- вирішено завдання формування якості функціонування системи спеціалізованого технічного сервісу парку тракторів забезпеченням своєчасного виконання необхідного обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту виконавцями певної кваліфікації;

- встановлено, що складовою якості функціонування системи технічного сервісу є якість технічного сервісу, що визначається ступенем відповідності елементів системи;

- виявлено залежність якості технічного сервісу від різнорідності парку тракторів та новизни технологій технічного сервісу.

Методи дослідження. Застосовувався системний підхід, концептуальний метод проектування складних рішень. У роботі використовувалися наукові положення теорії експлуатації машинно-тракторного парку з обробкою даних на персональному комп'ютері.

РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРНОГО ПАРКУ.

Забезпечення працездатності тракторів у складі агрегатів здійснюється внаслідок діяльності працівників служб технічного сервісу, спеціалістів з технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки [1, 2]. Ця діяльність здійснюється з використанням різноманітних технічних засобів з урахуванням процесів, що відбуваються у вузлах, складальних одиницях та підсистемах тракторів, що реалізуються певними технологіями технічного сервісу. Працівники сервісу можуть працювати індивідуально, не враховуючи роботи інших працівників, чи груповим методом, коли виконуваний обсяг робіт розподілено між працівниками виходячи з будь-якого критерію, при цьому цілі технічного сервісу також можуть бути різними.

Схема взаємозв'язку між переліченими елементами системи технічного сервісу може мати такий вигляд (рис. 2.1).

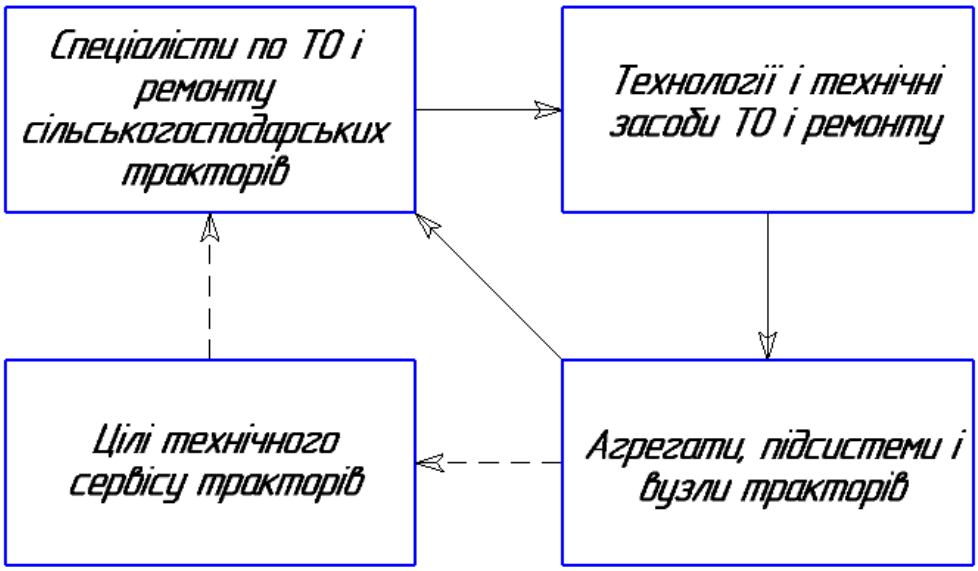


Рисунок 2.1 – Схема взаємозв'язків між елементами системи технічного обслуговування тракторів.

На рис. 2.2 зображена модель системи технічного обслуговування і ремонту тракторів.

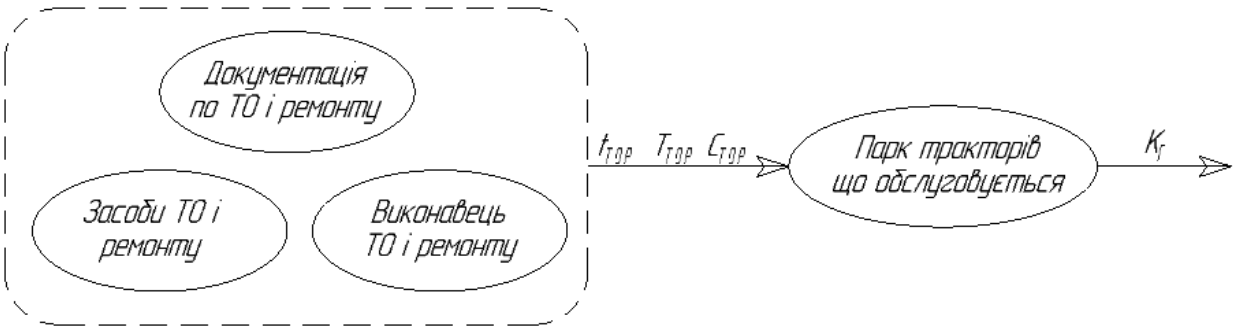


Рисунок 2.2 – Модель системи ТО і ремонту тракторів.

Математично опишемо систему ТО та ремонту:

$$C_{TOP} = f\left(t_{TOP}, N_i\right) \rightarrow C_{HOPM}, \tag{2.1}$$

де N_i - чисельність виконавців ТО та ремонту.

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

Виділяємо три рівні впливу на трактори з метою забезпечення його працездатності:

1-й рівень – щозмінне ТО та ТО-1 тракторів;

2-й рівень – складні види ТО вузлів, агрегатів та підсистем тракторів, а саме двигун, трансмісія, гідросистема та електрообладнання;

3-й рівень – періодичний загальний контроль та інструментальна оцінка технічного стану тракторів.

Перший рівень може здійснюватися силами мобільних груп господарства чи виїзних бригад на рівні підприємства.

Другий рівень може здійснюватися силами мобільних груп, спеціалізованих регіональних сервісних підприємств, тобто на районному рівні.

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

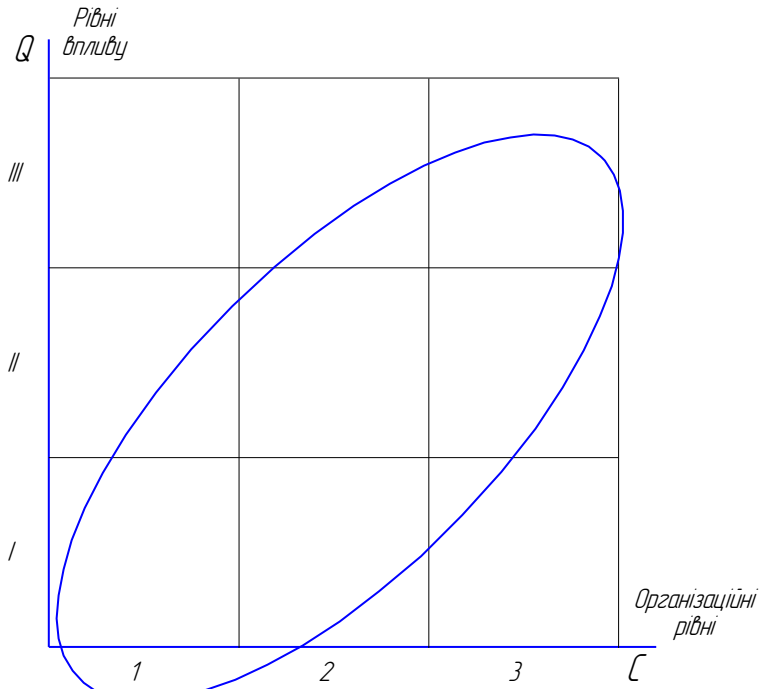


Рисунок 2.3 – Теоретичний розподіл рівнів технічного сервісу за організаційними рівнями.

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), якщо нам відома вартість послуг ТО технічним сервісом різного рівня C_i.

Нам відомо:

- 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_{i1} при простоях тракторів під час 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 обслуговування тракторів між рівнями технічного обслуговування.

	Q_1				Q_2				Q_3				
C_1	x_{11}				x_{12}				x_{13}				
	a_{11}	b_{11}	d_{11}	g_1	a_{12}	b_{12}	e_{112}	g_1	a_{13}	b_{13}	e_{113}	e_{123}	g_1
C_2	x_{21}				x_{22}				x_{23}				
	a_{21}	b_{21}	d_{21}	g_2	a_{22}	b_{22}	e_{212}	g_2	a_{23}	b_{23}	e_{213}	e_{223}	g_2
C_3	x_{31}				x_{32}				x_{33}				
	a_{31}	b_{31}	d_{31}	g_3	a_{32}	b_{32}	e_{312}	g_3	a_{33}	b_{33}	e_{313}	e_{323}	g_3

Завдання відноситься до розряду задач розподілу ресурсів чи транспортних завдань.

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

$$\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} C_{ij}x_{ij}a_{ij}b_{ij}d_{ij}e_{ij}g_j \to \min, \tag{2.2}$$

при обмеженнях, що накладаються (1.3).

Під час дослідження зручно перейти до мінімізації безрозмірної величини, скоротивши попередню формулу на винесену за знак суми вартість послуг ТО першого рівня C_1 та запровадивши 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.

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

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

де K_{ij} – коефіцієнт вартості послуг технічного обслуговування.

Однак, ввівши позначення $a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_i = K_B^3$ - узагальнений коефіцієнт витрат і втрат, можна замінити можливість його рівності для різних рівнів технічного сервісу при різних значеннях приватних коефіцієнтів $a_{ij} b_{ij} d_{ij} e_{ij} g_i$. В такому випадку задача може мати безліч рішень – варіантів розподілу робіт між рівнями технічного сервісу.

Одним із ефективних методів вирішення завдань такого роду є симплекс-метод [3, 4].

Обчислювальний експеримент проводився за умов модельної території. Кількість тракторних агрегатів - 20 шт. У складі агрегату – трактори 3-4 класу. Агрегати протягом сезону польових робіт змінюють свій склад, загальне напрацювання тракторів становить три періодичності ТО-3.

Для кожного рівня технічного сервісу визначено склад мобільної ланки (виїзної бригади) у кількості 4 особи. Це дозволить знизити тривалість простоїв на ТО вдвічі.

З переходом на інший рівень технічного сервісу величина витрат у граничному варіанті змінюється у припущенні:

$$З_1 = e^{(n-1)} З_{\min}, \qquad (2.5)$$

де n – рівень технічного сервісу.

І-й рівень, щозмінне ТО та ТО-1 тракторів – витрати мінімальні, $З_1 = e^{(n-1)} З_{\min} = З_{\min}$;

ІІ-й рівень, складні види ТО вузлів, агрегатів та підсистем тракторів – витрати складають $З_2 = e^{(n-1)} З_{\min} \approx 3З_{\min}$;

ІІІ-й рівень, контроль та інструментальна оцінка технічного стану тракторів силами та засобами дилерів фірм виробників – витрати складають $З_3 = e^{(n-1)} З_{\min} \approx 9З_{\min}$, таблиця 2.2.

Таблиця 2.2 – Завдання розподілу обсягів робіт з технічного обслуговування тракторів між рівнями технічного обслуговування

Коефіцієнт в залежності (2.3)	Варіант розрахунку	Q_1	Q_2	Q_3
Рівень мінімальних витрат на ТО за варіантами розрахунку	I	1	3	9
	II	1	2,3	6
	III	1	1,6	3
Забезпечення якості j-ї роботи виконавцями i-го рівня технічного сервісу a_{ij}	I	0,9	0,7	0,45
	II	1	0,9	0,7
	III	1	1	0,9
Ступінь збільшення витрат на усунення відмов при зниженні якості ТО b_{ij}	I	0,9	0,7	0,45
	II	1	0,9	0,7
	III	1	1	0,9
Питома вартість втрат врожаю d_{i1} при простоях трактора під час реалізації технічного сервісу 1-го рівня	I	0,9	-	-
	II	1,4	-	-
	III	1,9	-	-
Зниження ефективності технічного сервісу наступних рівнів від зниження якості технічного сервісу на попередніх рівнях e_{ij}	I	-	0,8	0,6
	II	-	0,9	0,8
	III	-	1	0,9
Коефіцієнт обліку транспортних витрат мобільних ланок g_i	I	1,1	1,1	1,1
	II	1,2	1,2	1,2
	III	1,4	1,4	1,4

Розрахунки показали, що при суттєвій різниці вартості послуг технічного сервісу суб'єктами різного рівня задача має єдине рішення, тобто 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 якогось рівня завдання немає єдиного рішення.

Відсутність єдиного (або кращого) рішення щодо економічного критерію передбачає наявність інших критеріїв, що визначають розподіл обсягів ТО різної складності між рівнями технічного сервісу, а саме:

- техніко-економічні (максимальна продуктивність, стабільність технологічного процесу);

- технологічні (показники якості технічного сервісу);

- експлуатаційні, інші (психологічні, естетичні, ергономічні) [1, 5].

Для досягнення мети цього дослідження найбільш відповідним є критерій якості технічного сервісу. При організації технічного сервісу парку тракторів важливо забезпечити високі значення рівня відповідності виконаних обсягів робіт технічного сервісу необхідним обсягам і рівня відповідності періодичності ТО нормативним значенням. Виконання необхідних обсягів робіт технічного сервісу можливе як організаційними методами (описано в главі 3), так і вдосконаленням засобів діагностування та технічного обслуговування.

Якщо враховувати, що документація по ТО та ремонту може бути віднесена частиною до тракторів, що обслуговуються, а частиною до засобів ТО та ремонту (рис. 2.2), визначаючи разом з ними технології ТО та ремонту, пропонується наступний варіант системи технічного сервісу тракторів (рис. 2.4).

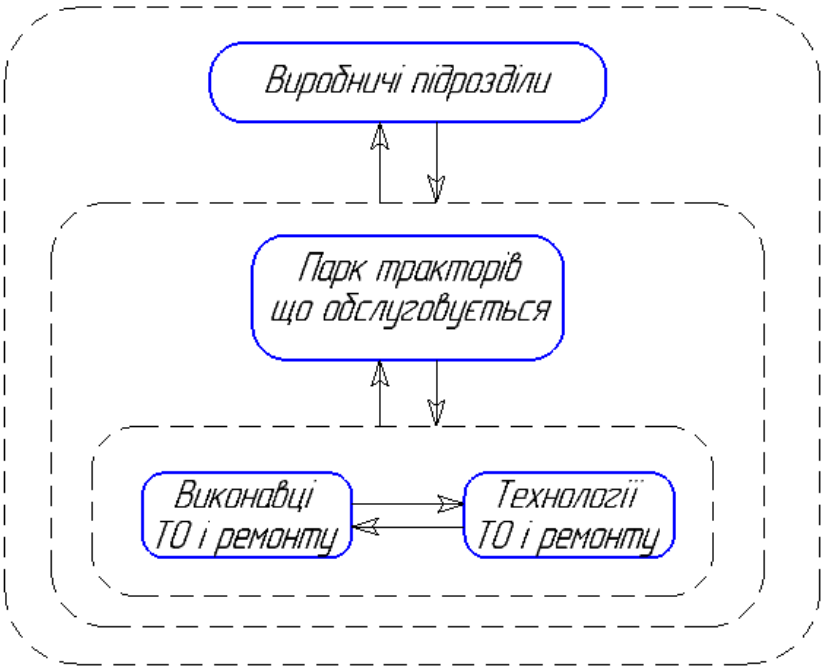


Рисунок 2.4 – Модель системи технічного обслуговування тракторів

Однак кожен з елементів технічного сервісу має різні властивості, має складну структуру, що визначає вид і кількість взаємозв’язків елементів, та з зрештою, безліч варіантів технічного сервісу тракторів.

Для формування концепції системи технічного обслуговування тракторів виділимо такі базові поняття:

- мета - результат, очікуваний виробничими підрозділами від діяльності виконавців ТО та ремонту;

- процеси в технічних системах (ТС) – процеси, що відбуваються у вузлах, складальних одиницях та підсистемах тракторів, що призводять до зміни їхньої працездатності;

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

- виконавці ТО та Р – люди певної кваліфікації (сервісні інженери), об’єднані у групу необхідної чисельності для виконання робіт з технічного сервісу вузлів, складальних одиниць та підсистем тракторів.

Розглянемо кожне з цих понять та відповідні елементи системи технічного сервісу.

2.1 Цілі технічного обслуговування та ремонту.

В процесі забезпечення працездатного стану тракторів у складі агрегатів сільськогосподарських підприємств можуть досягатися абсолютно різні цілі. На вибір цілей впливають тип і склад тракторного агрегату, що існує на підприємстві план польових робіт на поточний рік, а також належність виконавців ТО та ремонту тієї чи іншої організації технічного сервісу [1, 2 і 6].

Стратегічна ціль – забезпечення ефективного використання тракторів протягом терміну служби.

Короткочасна ціль - забезпечення безвідмовності тракторів під час виконання будь-якої польової операції.

Графічне зображення цілей зображено на рис. 2.5.

Поставлена мета впливає вибір реалізованих технологій ТО і ремонту, що в свою чергу визначає кількісний і кваліфікаційний склад групи виконавців технічного сервісу [7, 8].

На базовому рівні «цілі ТО та ремонту» виникають певні відносини, переважно це відносини «ієрархії» [7]. Оскільки цілі мають різний ступінь

важливості, вони є ієрархічно збудовані. Критерії важливості можуть бути різними, тому за зміни критерію ієрархія також може змінитися.

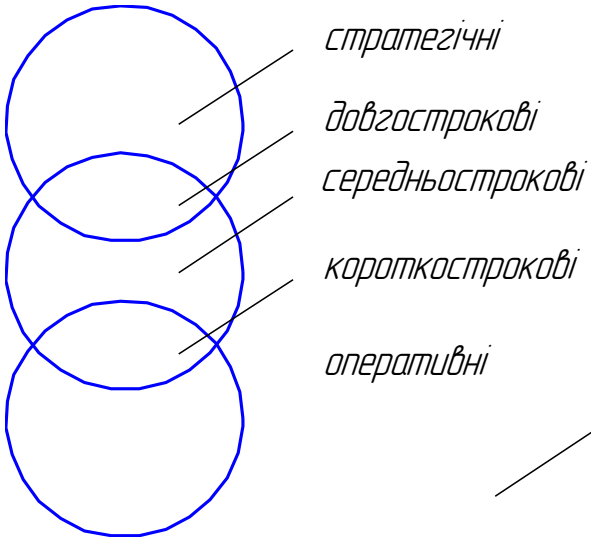


Рисунок 2.5 – Цілі ТО і ремонту.

Як правило, у своїй виробничій діяльності виконавці технічного сервісу мають на меті забезпечення працездатності тракторів протягом деякого календарного терміну, за умови виконання ними необхідного обсягу робіт, або забезпечення безвідмовності при виконанні планового обсягу робіт у певний період.

Виділимо такі періоди роботи тракторів:

- польова робота (операція);
- цикл польових робіт (весняний, літній, осінній);
- сезон польових робіт;
- комплекс польових робіт;
- термін служби трактора, виражений у роках чи сезонах польових робіт.

Короткострокова ціль – забезпечення працездатності трактора за час виконання польової роботи.

Середньострокова ціль – забезпечення працездатності трактора під час сезону польових робіт.

Довгострокова ціль – забезпечення працездатності трактора за весь термін служби.

Окремий інтерес становить забезпечення працездатності тракторів протягом сезону виконання сільськогосподарських робіт, тому що протягом сезону може неодноразово змінюватися склад агрегатів із відповідною зміною режимів використання та навантаження на трактор, а також можливі збитки від простою трактора.

Обґрунтування оптимальних параметрів служби технічного сервісу під час виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту тракторів для досягнення різних цілей діяльності полягатиме в мінімізації витрат на ТО та усунення наслідків відмов, з урахуванням передбачуваних втрат продукції через простої тракторів у технічному сервісі.

Тривалість простоїв тракторів при усуненні наслідків відмов залежить від виконаного обсягу робіт із ТО. Виконуючи несвоєчасне або не повне ТО простої збільшуються в 2,5 рази так як усуваються наслідки недотримання регламентних робіт. За даними центрів з сервісного обслуговування тракторів можна зробити висновок, що під час проведення польових робіт продуктивність роботи трактора складає – 67 %, ремонт та усунення наслідків відмов – 19 %, технічне обслуговування – 14 %.

Таким чином ціль технічного сервісу зводиться до підтримки такого значення коефіцієнта технічного використання, при якому забезпечується необхідна продуктивність тракторних агрегатів.

2.2. Процеси в технічних системах тракторів.

Під час використання тракторів за призначенням поступово погіршується технічний стан його вузлів, агрегатів та підсистем [9]. Погіршення технічного стану пов’язане з впливом динамічних та кінематичних режимів роботи підсистем та вузлів на окремі деталі механізмів. Ці режими можуть відрізнятися для однакових тракторів, що включаються до проекту машино-використання в різних природно-кліматичних зонах. Графічне представлення цих процесів, що

відбуваються у вузлах, складальних одиницях та агрегатах тракторів, як у технічних системах, зображено нами на рис. 2.6.

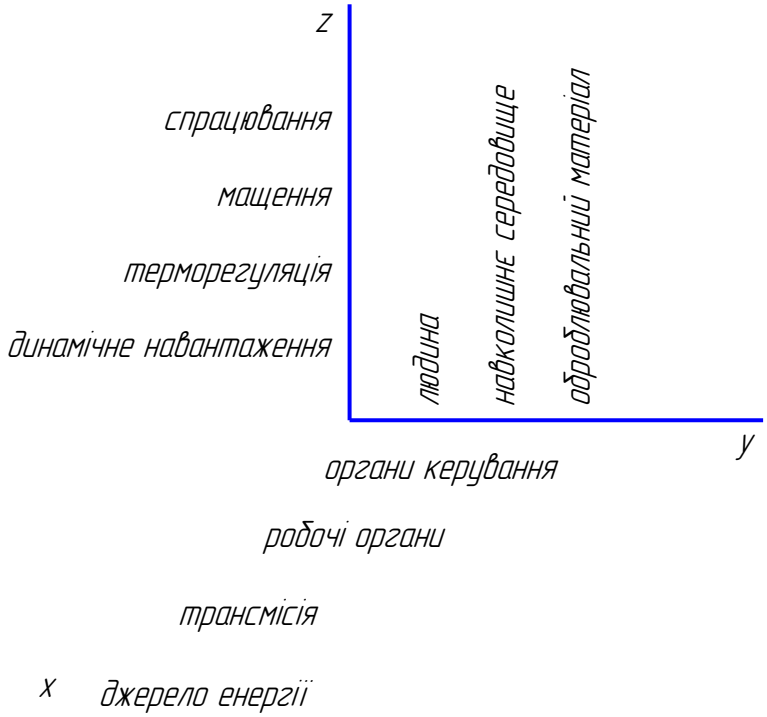


Рисунок 2.6 – Процеси в технічних системах

На діаграмі по осі абсцис представлені укрупненими групами процеси, що відбуваються у вузлах та складальних одиницях технічної системи, по осі ординат зазначені людина, навколишнє середовище та оброблюваний матеріал, які взаємодіють з робочими органами машин агрегату та здійснюють на них відповідний вплив, по осі аплікат - мінімально необхідні та достатні компоненти автономної технічної системи.

На введеному нами базовому понятті «процеси в ТС» виникають такі відносини (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Ставлення між цілями технічного сервісу та процесами у технічних системах

1 - порядок ставлення, що відбувається між процесами у вузлах та складальних одиницях тракторів як у технічних системах. Процеси можуть розташовуватися і рухатися у різному порядку (паралельно, послідовно, змішано), при цьому перетинати інші процеси, наприклад, процес мащення.

2 - несуперечність ставлення, що виникає між процесами в технічних системах та є цілями технічного сервісу. Процеси, що протікають в технічних системах погіршують їх технічний стан, в такому випадку прийнято говорити про суперечливості цілям технічного сервісу.

Процеси які проходять у технічних системах призводять до погіршення їх технічного стану. Ми виділили чотири види таких процесів: «спрацювання, мащення, терморегуляція і динамічне навантаження». Процес спрацювання, погіршення, а також коливання процесів мащення та терморегуляції з часом, як правило, призводять до поступових відмов. Зміна процесів динамічного навантаження проявляється у вигляді збільшення вібрації, нестабільності сил які впливають на вали, з'являються обертові коливання, що цілком можуть сприяти виникненню раптових відмов.

Зазначені нами процеси, які відбуваються в технічних системах, мають певну просторову та тимчасову впорядкованість, яка залежить від складності конструкції вузлів та складальних одиниць тракторів.

Представлені раніше процеси можна визначити як для тракторів, так і для вузлів та складальних одиниць трактора. Разом з тим необхідно також враховувати вплив водія на наявні процеси, а також існуючий вплив навколишнього середовища та оброблювального матеріалу. Невизначеність і складність такого впливу посилюється із за впливу навколишнього середовища на водія тракторного агрегату.

Представлену нами сукупність процесів, що відбуваються у вузлах, складальних одиницях та агрегатах тракторів (ось аплікат рис. 2.6), можна структурувати та розділити за функціональною ознакою. Це може бути також основою для оптимізації переліку та черговості операцій діагностування тракторів та їх вузлів.

2.3. Технології технічного обслуговування і ремонту.

Задля більшої безвідмовності тракторів можуть застосовуватися різні технології: підтримки працездатності (технічного обслуговування), відновлення працездатності (ремонту), технології діагностування вузлів, підсистем і тракторів загалом. Для збільшення часу безвідмовної роботи можуть застосовуватися технології безрозбірної підтримки працездатності [9, 10 і 11].

На рис. 2.8 представлена сукупність технологій технічного сервісу.

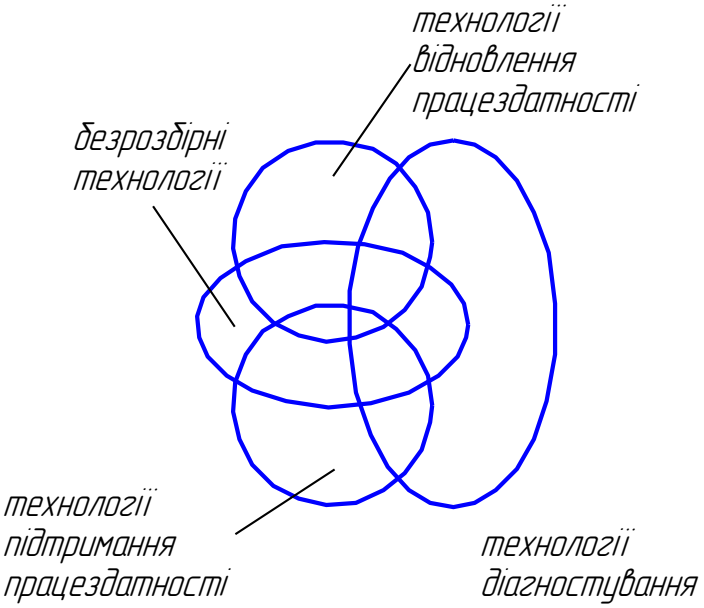


Рисунок 2.8 – Технології технічного сервісу

У відповідність до рис. 2.8 можливе виділення 12 областей різних поєднань технологій технічного сервісу, об’єднаних нами в чотири укрупнені групи. Кожна з цих груп, як сукупність, може бути представлена конкретним набором відповідних технологій.

При технічному сервісі вузлів і підсистем тракторів, «за допомогою яких реалізується головна функція, необхідна діагностична інформація про стан вузлів і підсистем, які реалізують процеси, що забезпечують, а потім, відповідно і підтримують процеси. Тому необхідно проводити комплексне діагностування вузлів та агрегатів трактора, з метою визначення параметрів усіх структурованих вище процесів».

В результаті діагностування визначиться перелік ремонтно-обслуговуючих впливів. Реалізація технологій технічного сервісу буде проводитися в залежності від оцінки ефективності процесів в ТС, виявленої при комплексному діагностуванні. Реалізація технологій ТО та Р може залежати від ранжирування процесів у МС та оцінок їх ефективності. Також процеси в ТЗ можна підрозділити за способом їхнього перебігу на безперервні, циклічні та циклічні з перервами. Безперервні процеси вимагають постійного контролю з метою визначення передвідмовного стану вузла або підсистеми тракторів і проведення своєчасного ТО і Р.

Графічно зображуємо ставлення елементів системи технічного сервісу «технології ТО та ремонту» на рис. 2.9.

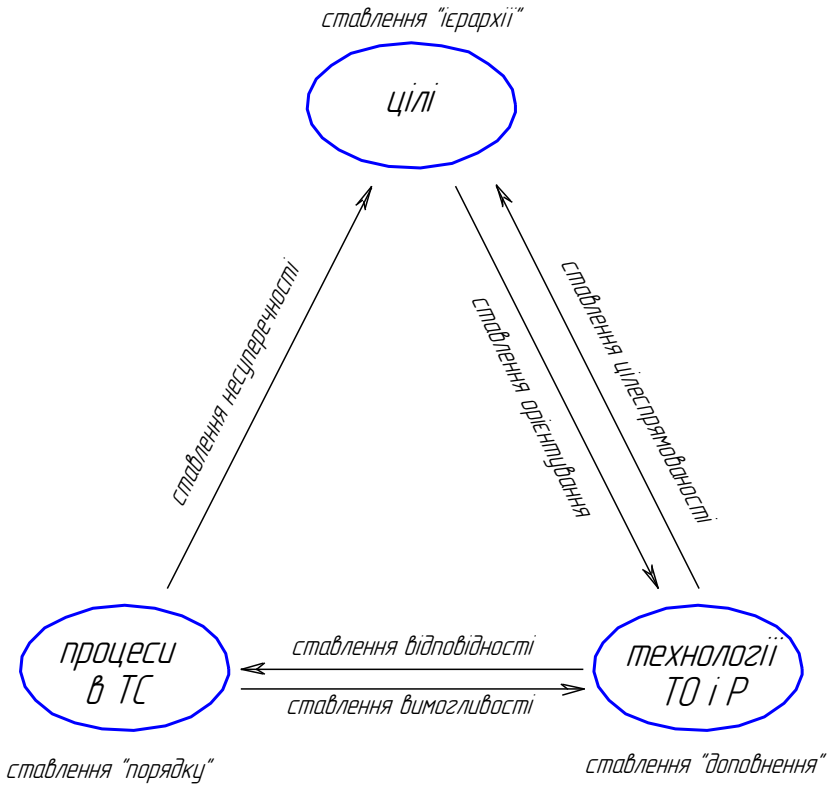


Рисунок 2.9 – Ставлення елемента системи «технології ТО та ремонту»

При технічному сервісі тракторів застосовують різні технологічні операції для підтримки та відновлення працездатності: очисно-мийні, монтажно-демонтажні, контрольно-регулювальні та мастильні. Прийнято також виділяти такі типи робіт при технічному обслуговуванні: чищення, мащення, коригування, калібрування, ремонт, модернізацію та заміну [10, 11].

Операції діагностування являють собою унікальну групу контрольних і вимірювальних операцій. При цьому особливий ефект при технічному сервісі мають інтегровані засоби оцінки технічного стану. При цьому особливим ефектом є безпосереднє вимірювання структурних (конструктивних) параметрів. Перспективним напрямом також є застосування технологій безрозбірного відновлення та підтримання працездатності. Таким чином, розгляд технологій ТО та ремонту як сукупності операцій технічного сервісу, щодо їхньої спрямованості на забезпечення виділених нами раніше процесів у ТС дозволяє вирішити кілька практично значущих завдань, а саме:

- виявлення актуальної черговості виконання операцій технічного обслуговування;

- встановлення додаткових підстав для комбінування операцій технічного обслуговування;

- обґрунтування нових напрямів удосконалення операцій технічного обслуговування;

- виявлення та додаткове обґрунтування застосування безрозбірних технологій підтримки та відновлення працездатності тракторів [11, 12].

Крім цього скоригована черговість операцій ТО дає підстави для вдосконалення технологій оцінки технічного стану тракторів. При цьому вдосконалення може здійснюватись за двома напрямками:

1) від периферії до центру – від підтримуючих підпроцесів до головного процесу технічної системи;

2) від центру до периферії – від головного процесу технічної системи до процесів управління. Можливе також діагностування на основі комбінування двох напрямків удосконалення.

В цьому випадку комбінування операцій технічного обслуговування може бути проведене на основі відповідності виконуваних операцій технічного сервісу, тобто глибині процесу обслуговування трактора. Крім цього, підставою комбінування операцій ТО може виступити також і сукупність деякої частини

головного процесу з відповідними виділеними нами підпроцесами забезпечення, підтримки та управління.

Формування структури процесів, які проходять у технічній системі, дозволяє визначити напрями вдосконалення операцій технічного сервісу. Прийняті технології ТО та ремонту, що реалізуються при виконанні відповідних операцій, можуть стати достатньою основою для відповідних змін конструкції вузлів та підсистем, що входять до складу тракторів, спрямованих на вдосконалення процесів у ТС.

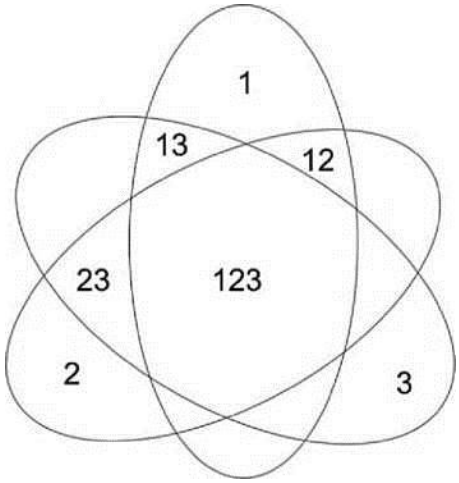
Застосування безрозбірних технологій відновлення працездатності обмежено зоною дії ремонтно-відновлювальних операцій (РВО) в координатному просторі «навантаження - швидкість - температура». Тому їх застосування в умовах експлуатації не дає однакового ефекту для всіх пар тертя та сполучень оброблюваного вузла або складальної одиниці трактора. Щоб отримати необхідний ефект, необхідна індивідуальна обробка РВО окремих пар тертя (груп пар тертя) вузлів і складальних одиниць тракторів під час ремонту чи післяремонтної обкатки.

2.4. Виконавці технічного обслуговування та ремонту.

При виконанні операцій технічного сервісу можуть бути зайняті різні працівники сервісно-експлуатаційних служб, а саме: механізатори тракторів, слюсарі ремонтних цехів та майстерень, інженерно-технічні працівники різного рівня технічного сервісу та відомчої підпорядкованості. Вони повинні мати певну кваліфікацію, а саме: знати будову трактора, правила його виробничої та технічної експлуатації, вміти здійснювати різні ремонтно-відновлювальні роботи під час проведення ТО та мати навики виконання даних робіт.

Чисельний склад групи сервісних інженерів може бути різним. Раніше ми зазначали, що для проведення ТО-1 тракторів 4-5 класу тяги чисельність групи має становити три особи за умови скорочення часу простою трактора на ТО. Виконавці технічного сервісу повинні підбиратися так, щоб утворилася певна

сукупність знань, умінь і навичок з необхідним кількісним поєднанням. Визначимо цю сукупність як компетенції. Графічне уявлення компетенцій виглядає так (рис. 2.10).



1 – знання, 2 – вміння; 3 – навики

Рисунок 2.10 – Компетенції виконавців ТО і ремонту

Зазвичай немає окремо знань, вмінь і навичок. На діаграмі (рис. 2.10) комірки 1, 2 і 3 означають лиш те, що обсяги відповідної складової компетенції 1 переважають над компетенціями які залишились. При реалізації технічного сервісу виконавці технічного обслуговування та ремонту можуть виконувати свою роботу без урахування роботи колег, або об’єднатися в групу, при цьому підстави організації можуть бути різними, як і цілі розподілу необхідних для виконання робіт.

Ґрунтуючись на базових поняттях між елементами системи технічного сервісу виникають такі ставлення:

1) ставлення взаємодії, що виникає між виконавцями ТО та ремонту. Ми вже вказували, що взаємини між виконавцями можуть бути організовані у різний спосіб і з різною метою.

Виконавці ТО та ремонту можуть організовуватися або до комплексної групи, або до спеціалізованої. Створення комплексної групи виправдано для технічного обслуговування тракторів під час польових робіт, коли виникає потреба у фахівцях різного профілю. Спеціалізовані групи доцільно

застосовувати при технічному сервісі підсистем складної сільськогосподарської техніки - електронних систем контролю та керування, систем гідроприводів, паливних систем ДВС і т.д. Для фірмового обслуговування характерні групи змішаного принципу.

2) ставлення цілеспрямованості та залучення, що утворюються між поняттями виконавці ТО та ремонту та мети. Виробнича діяльність виконавців спрямовується встановленою (обраною) метою. Діяльність виконавців ТО та ремонту зумовлена досягненням мети.

3) ставлення використання та приналежності, що виникають між поняттями виконавці ТО та ремонту та технології ТО та ремонту. Виконавець технічного сервісу може ефективно використовувати (якісно виконувати) лише деякі технології із сукупності.

Діяльність виконавців ТО та Р обумовлюється процесами у ТС. Специфіка перебігу процесів у підсистемах та вузлах тракторів визначається їх конструктивними особливостями. Виходячи з цього діагностичні параметри повинні мати максимальну інформативну цінність. Отримана при діагностуванні інформація буде залежати від діагностичного інструменту, процесів які протікають у вузлах тракторів, похибки вимірювання та правильності обраних параметрів для вимірювання.

Приймаємо позначення для технологій ТО та Р:

- А – технології підтримки працездатності;
- Б – технології відновлення працездатності;
- В – технології діагностування;
- Г - безрозбірні технології (відновлення та підтримання працездатності).

Отримаємо такі варіанти комбінацій цих технологій: А, Б, В, Г, АБ, АВ, АГ, БВ, БГ, АБВ, АБГ.

Відповідність між елементами які становлять обсяги множин, що утворюються на базових поняттях «виконавці ТО та ремонту» (вираженими через знання, вміння та навички) та «технології ТО та ремонту» можна представити у вигляді наступної матриці (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Матриця відповідності елементів множин

		А	Б	В	Г	АБ	АВ	АГ	БВ	БГ	АБВ	АБГ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	$X_{1,4}$	$X_{1,5}$	$X_{1,6}$	$X_{1,7}$	$X_{1,8}$	$X_{1,9}$	$X_{1,10}$	$X_{1,11}$
2	2	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,3}$	$X_{2,4}$	$X_{2,5}$	$X_{2,6}$	$X_{2,7}$	$X_{2,8}$	$X_{2,9}$	$X_{2,10}$	$X_{2,11}$
3	3	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$	$X_{3,3}$	$X_{3,4}$	$X_{3,5}$	$X_{3,6}$	$X_{3,7}$	$X_{3,8}$	$X_{3,9}$	$X_{3,10}$	$X_{3,11}$
12	4	$X_{4,1}$	$X_{4,2}$	$X_{4,3}$	$X_{4,4}$	$X_{4,5}$	$X_{4,6}$	$X_{4,7}$	$X_{4,8}$	$X_{4,9}$	$X_{4,10}$	$X_{4,11}$
13	5	$X_{5,1}$	$X_{5,2}$	$X_{5,3}$	$X_{5,4}$	$X_{5,5}$	$X_{5,6}$	$X_{5,7}$	$X_{5,8}$	$X_{5,9}$	$X_{5,10}$	$X_{5,11}$
23	6	$X_{6,1}$	$X_{6,2}$	$X_{6,3}$	$X_{6,4}$	$X_{6,5}$	$X_{6,6}$	$X_{6,7}$	$X_{6,8}$	$X_{6,9}$	$X_{6,10}$	$X_{6,11}$
123	7	$X_{7,1}$	$X_{7,2}$	$X_{7,3}$	$X_{7,4}$	$X_{7,5}$	$X_{7,6}$	$X_{7,7}$	$X_{7,8}$	$X_{7,9}$	$X_{7,10}$	$X_{7,11}$

У цій матриці «кожен елемент x_{ij} відповідає реалізації певної технології ТО та ремонту виконавцем певної кваліфікації. При цьому з певним ступенем достовірності, яка визначається значенням функції відповідності, може бути досягнута одна з цілей діяльності. Це може бути подане у вигляді тривимірної матриці, елементами якої є значення функції відповідності.

Описане ставлення взаємодії можна запропонувати у двох варіантах. В першому варіанті у вигляді множин у другому варіанті в вигляді векторів у відповідному *n*-мірному просторі.

Компетенції у такому разі можна визначити як вектор у просторі знань *З*, вмінь *В* та навики *Н* (досвід) виконавців технічного обслуговування та ремонту рис. 2.11.

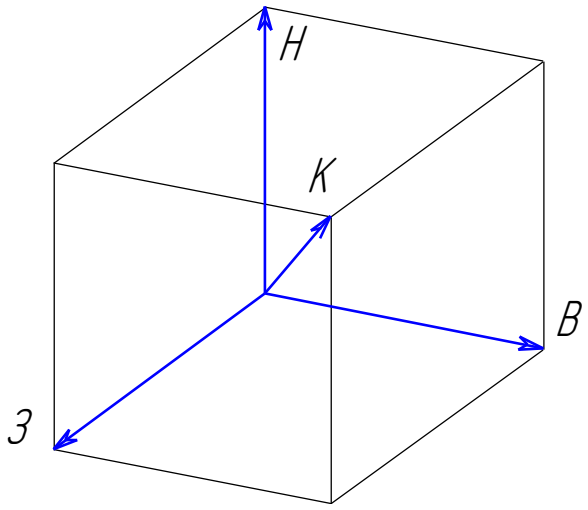


Рисунок 2.11 – Векторне уявлення компетенцій виконавців

Обсяг компетенції можна отримати з виразу:

$$\vec{K} = \vec{З} + \vec{B} + \vec{H}\,, \qquad (2.6)$$

Розмір компетенцій визначається з виразу:

$$K = \sqrt{З^2 + В^2 + Н^2}\ . \qquad (2.7)$$

При поданні компетенцій у вигляді множини, крім визначення чисельного їх значення, необхідно оцінити здатність виконавців якісно реалізувати технології технічного сервісу. На діаграмі, зображеній на рис. 2.9, область перетину трьох множин - 123 - відображає відносну величину цієї здатності.

Будь-який з виконавців технічного сервісу повинен мати деякі компетенції, а саме певний обсяг знань, вмінь і навичок. Справжній обсяг компетенцій може відповідати тому обсягу, який необхідний для реалізації технічного сервісу.

Для проведення подальших теоретичних досліджень формалізуємо вказану невідповідність. Одним із варіантів є застосування математичного апарату теорії нечітких множин [4, 8]. Таким чином, компетенції виконавців технічного сервісу можна визначити як сукупність наступних нечітких множин:

X – безліч знань які необхідні виконавцям для виконання робіт з технічного сервісу тракторів:

$$З = \left\{\left(\frac{\mu_З(x)}{x}\right)\right\}, \forall x \in X\ , \qquad (2.8)$$

де $\mu_З(x)$ – характеристична функція приналежності, що набирає значення [0,1] і вказує на ступінь x наявності спеціальних знань передбачуваного сервісного інженера.

Y – безліч вмінь, потрібних виконавцям для виконання робіт з технічного сервісу тракторів:

$$В = \left\{\left(\frac{\mu_В(y)}{y}\right)\right\}, \forall y \in Y\ , \qquad (2.9)$$

де $\mu_В(y)$ – характеристична функція приналежності, що набирає значення [0,1] і вказує на ступінь y наявності спеціальних знань передбачуваного сервісного інженера.

Z – безліч навиків, необхідних для виконання робіт з технічного сервісу тракторів.

$$H = \left\{ \left(\frac{\mu_H(z)}{z} \right) \right\}, \forall z \in Z, \qquad (2.10)$$

де $\mu_H(z)$ – характеристична функція приналежності, що набирає значення [0,1] і вказує на ступінь *z* наявності спеціальних знань передбачуваного сервісного інженера.

Компетенції окремого сервісного інженера можуть бути визначені за залежністю (2.6) або за запропонованим безрозмірним критерієм:

$$K = [\mu_З(x)\delta_З + \mu_B(y)\delta_B + \mu_H(z)\delta_H], \qquad (2.11)$$

де $\delta_З + \delta_B + \delta_H = 1$ – коефіцієнти вагомості знань, вмінь та навиків виконавців, які необхідні для якісного виконання різних робіт при технічному сервісі тракторів. Коефіцієнти вагомості у виразі (2.11) можуть визначатися як за допомогою експертних оцінок, так і в результаті експериментальних досліджень.

Аналогічні міркування можна застосувати до ставлення взаємодії «виконавців ТО та ремонту» та використання виконавцями різних технологій ТО та ремонту. Так само можна позначити нечіткі множини щодо інших відносин: ставлення цілеспрямованості – ступінь відповідності дій виконавців ТО та ремонту поставленим цілям, зокрема, досягненню запланованої тривалості безвідмовної роботи тракторів; - ставлення прямування - ступеня відповідності дій виконавців ТО та ремонту процесам, що відбуваються в тракторах як технічних системах.

2.5. Проект системи технічного сервісу тракторів.

Таким чином, розглянуті вище базові поняття та відповідні елементи системи дають змогу сформувати завершений концептуальний проект системи технічного сервісу (рис. 2.12). Концептуальний проект відображає весь комплекс відносин, що виникають між базовими поняттями та внутрішніми складовими понять.

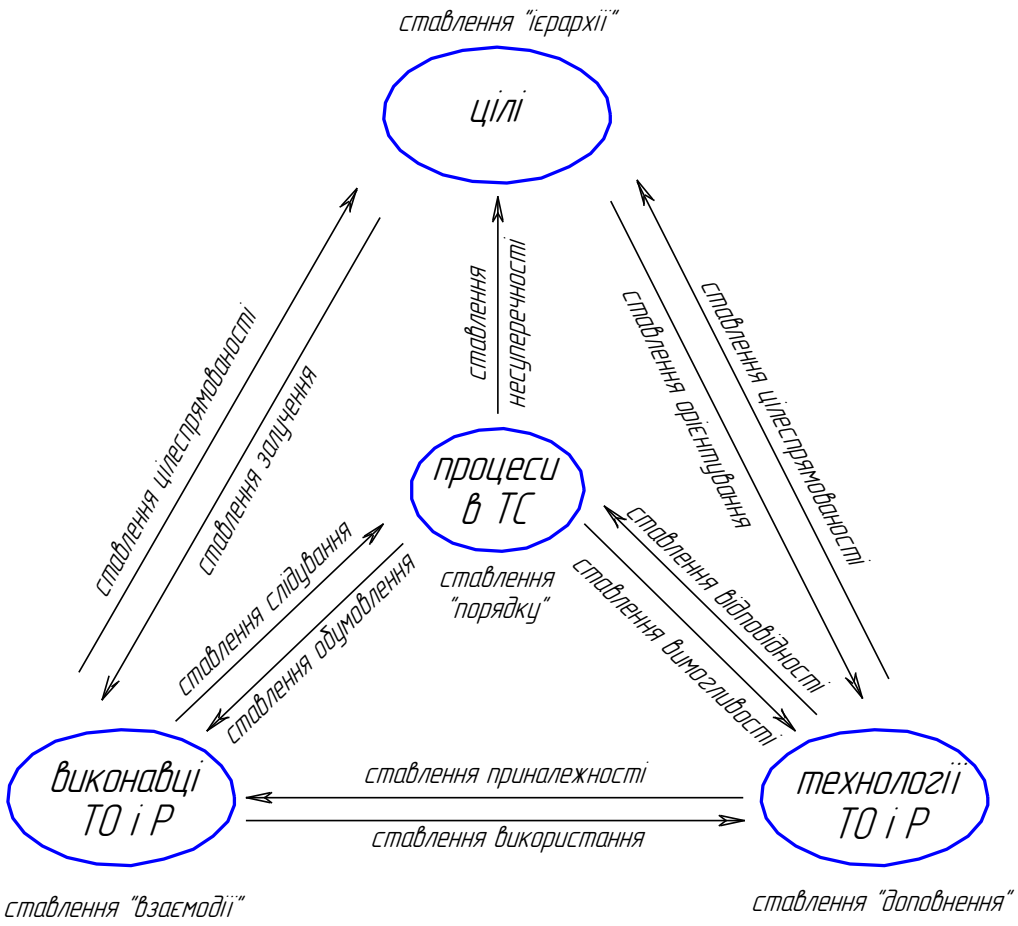


Рисунок 2.12 – Комплекс ставлення елементів інформаційної системи технічного сервісу

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

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

Для подальшого теоретичного дослідження та вироблення рекомендацій виробництву представляє безперечний інтерес розгляд трьох комбінацій, утворених базовими поняттями, що характеризують певний аспект розгляду

багатостороннього процесу технічного сервісу тракторів, маючи на увазі природну цілеспрямованість діяльності виконавців ТО і Р:

1) Виконавці ТО та Р – технології ТО та Р, організаційно – технологічна сторона;

2) Технології ТО та Р – процеси в ТС, конструктивно – технічна сторона;

3) Виконавці ТО та Р – процеси в ТС, експлуатаційна сторона.

Організаційно-технологічна сторона являє собою характеристики встановленого за кількістю, місцями дислокації, технічного оснащення та укомплектованості кадрами підприємства з ТО та ремонту машинно-тракторного парку. 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 утворенням філій з центрами з ТО 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.

Система технічного сервісу має функціонувати так щоб продуктивність тракторних агрегатів відповідала потребам виробничих підрозділів. Зовнішня вимога до системи технічного сервісу сприймається як мета її функціонування, входить у склад моделі системи та позиціонується як якісна характеристика функціонування.

Виробничим підрозділам при цьому потрібно постійно пересвідчуватись що трактора знаходяться в працездатному стані. Крім цього, необхідно також здійснювати технічне обслуговування тракторних агрегатів, організовувати усунення наслідків раптових відмов та забезпечувати режим праці та відпочинку водіїв – механізаторів.

Засвідчення працездатного стану тракторів можливе не тільки за рахунок її підтримки обслуговуючими впливами. Крім цього, можна відновлювати працездатність ремонтними операціями, періодично контролювати параметри

технічного стану трактора, здійснювати постійний контроль окремих параметрів технічного стану.

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

- перевірка технічного стану вузлів, агрегатів та підсистем тракторів;

- оцінка параметрів технічного стану;

- приведення значень параметрів у відповідність до нормативно-технічної документації;

- усунення несправностей, виявлених під час реалізації попередніх функцій.

Вищевикладена сукупність позначається як технічний сервіс.

Для опису функціонування системи технічного сервісу необхідно перейти від інформаційної моделі, що зв'язує абстрактні базові поняття, до інформаційної моделі, що зв'язують елементи системи технічного сервісу (рис. 2.13).

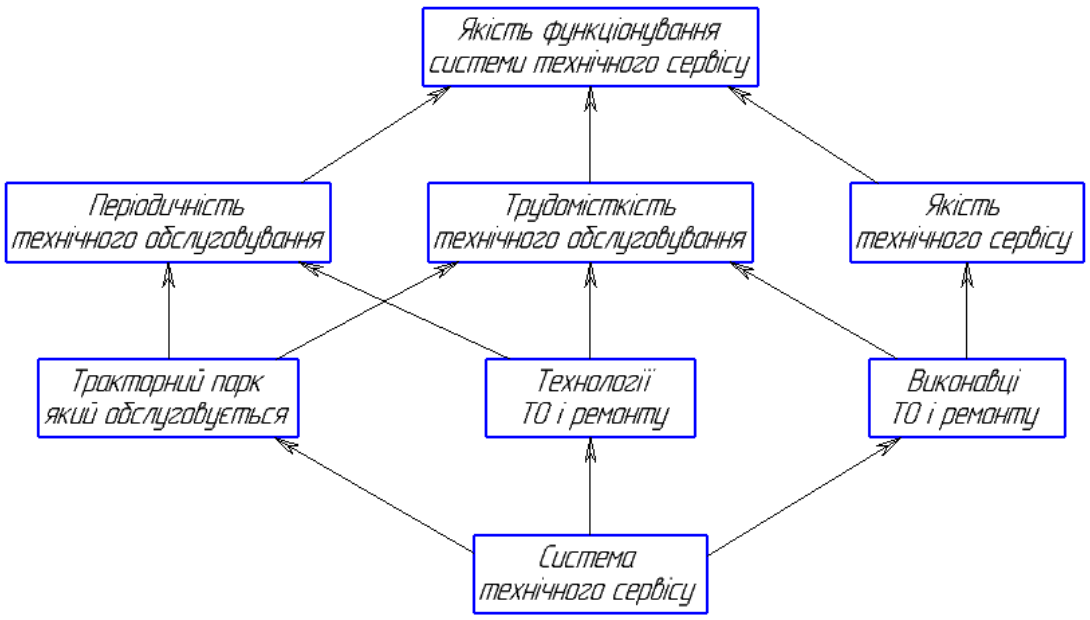


Рисунок 2.13 – Модель формування якості функціонування системи технічного сервісу (СТС) тракторів

Математичний опис формування якості функціонування СТС:

$$K_S = \varphi(T, P, K_\mu) \to K_{S,вм}, \qquad (2.12)$$

де T – трудомісткість робіт з технічного обслуговування;

P – періодичність технічного обслуговування;

K_μ – якість технічного сервісу.

Працездатність тракторів повинна забезпечувати необхідну продуктивність тракторних агрегатів:

$$W_a = k \cdot W_{год} \cdot K_{тв}, \tag{2.13}$$

де k – поправочний коефіцієнт;

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

$K_{тв}$ – коефіцієнт технічного використання.

Коефіцієнт технічного використання тракторів, як комплексний показник надійності, прийнятий нами як надсистемний параметр, який пов'язує мету функціонування СТС з оцінкою якості її функціонування:

$$K_{тв} = K_{тв}^{б} \cdot K_S \geq K_{тв}^{вм}, \tag{2.14}$$

де $K_{тв}^{б}$ – базове значення коефіцієнта технічного використання;

K_S – коефіцієнт якості функціонування СТС (рис. 2.13), що визначається за залежністю:

$$K_S = \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot K_\mu, \tag{2.15}$$

де μ_1 – ступінь відповідності виконаних обсягів робіт технічного сервісу – необхідним обсягам;

μ_2 – ступінь відповідності періодичності ТО – нормативним її значенням;

K_μ – коефіцієнт якості технічного сервісу.

Вводимо такі позначення.

Необхідний обсяг робіт з технічного сервісу визначаємо з виразу:

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l \tau_l, \tag{2.16}$$

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

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

τ_l – тривалість обслуговування l-ї підсистеми (вузла, складальної одиниці).

Обсяг робіт, що виконується виконавцями технічного сервісу:

$$W_{TC} = \sum_{i=1}^{N} N_i k_N t, \tag{2.17}$$

де N_i – *i*-ї виконавець ТО та ремонту;

k_N – поправочний коефіцієнт, що враховує зниження тривалості технічного обслуговування під час роботи групи виконавців ТО та ремонту;

t – тривалість технічного обслуговування, год.

Перелік компетенцій (кваліфікаційних характеристик) виконавців технічного сервісу:

$$K_B = \sum_{i=1}^{N} N_i K_i, \tag{2.18}$$

де K_i – компетентність *i*-го виконавця.

Перелік використовуваних технологій технічного сервісу:

$$T_x = \sum_{j=1}^{M} TX_j. \tag{2.19}$$

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

$$\mathrm{P(t)} = \frac{KP_o e^n}{K + P_o\left(e^n - 1\right)}. \tag{2.20}$$

При *K=1* і P_o*=0,5* функція в нашому випадку матиме вигляд рис. 2.14.

$$\mu_1 = \frac{e^{k_1(\upsilon - A)}}{1 + e^{k_1(\upsilon - A)}}, \tag{2.21}$$

де υ – відношення дійсного обсягу виконуваних робіт до повного обсягу;

k_1 – коефіцієнт пропорційності;

A – зміщення точки перегину кривої по осі абсцис.

Обсяг робіт, що виконують виконавці технічного сервісу, з урахуванням ступеня відповідності, повинен дорівнювати необхідному обсягу робіт:

$$\mu_1 \cdot \sum_{i=1}^{N} N_i k_N t = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l \tau_l. \tag{2.22}$$

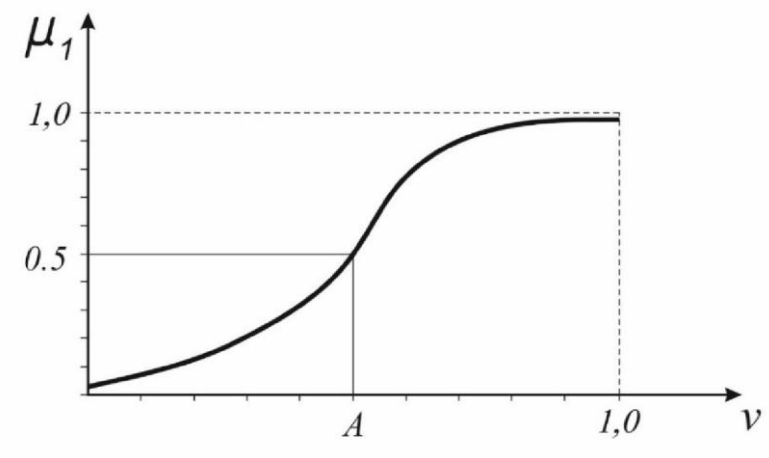


Рисунок 2.14 – Функція відповідності виконуваних обсягів робіт необхідним обсягам

В результаті аналізу ставлення цілеспрямованості нами встановлено, що при реалізації груп операцій ТО і ремонту, що виділяються, відбувається збільшення безвідмовності на певний час, що відповідає збільшенню напрацювання трактора. У сенсі безвідмовності, як властивості збереження працездатності, величина відновлюваного напрацювання, як ми вважаємо, має бути порівняна з необхідним часом безвідмовної роботи [13, 14].

На осі абсцис відкладається величина напрацювання, що відновлюється (періодичність наступного обслуговування), що відповідає виконанню деякої операції технічного обслуговування рис. 2.15:

$$\mu_2 = \frac{e^{k_2(p-B)}}{1+e^{k_2(p-B)}}, \tag{2.23}$$

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 дорівнювати нормативній, з урахуванням ступеня відповідності:

$$П_{ФАКТ} = \mu_2 П_{ТРЕБ}. \tag{2.24}$$

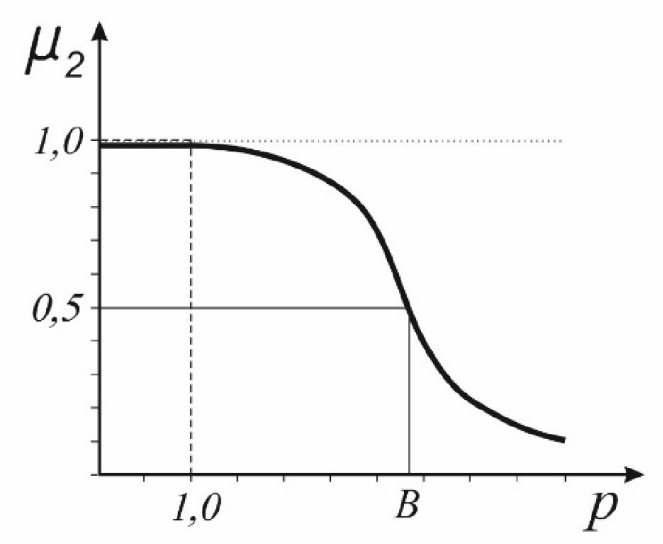


Рисунок 2.15 – Функція відповідності фактичної періодичності нормативним значенням

Коефіцієнт якості технічного сервісу K_μ визначається взаємною відповідністю обслуговуваного парку тракторів, технологій ТО та ремонту та виконавців ТО та ремонту:

$$K_\mu = \mu_3 \mu_4 \mu_5 . \tag{2.25}$$

де μ_3 – відповідність технологій ТО і ремонту - тракторам, що обслуговуються;

μ_4 – відповідність кваліфікації виконавців технічного сервісу - технологіям ТО та ремонту;

μ_5 – відповідність кваліфікації виконавців технічного сервісу - тракторам, що обслуговуються.

Значення ступенів відповідності можуть бути визначені методом експертних оцінок або аранжуванням.

Ступінь відповідності технології конструкції тракторів:

$$\mu_3 = \frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}}, \tag{2.26}$$

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

k_3 – поправочний коефіцієнт.

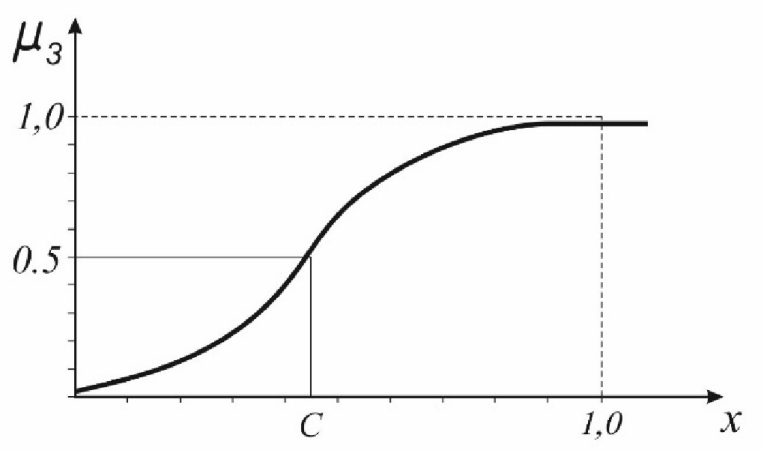


Рисунок 2.16 – Функція відповідності технологій ТО та Р конструкціям тракторів.

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

$$\mu_3 \cdot \sum_{j=1}^{M} TX_j = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l \,. \tag{2.27}$$

Ступінь відповідності компетенцій виконавців технічного сервісу застосовуваним технологіям визначається:

$$\mu_4 = \frac{e^{k_4(y-D)}}{1+e^{k_4(y-D)}}, \tag{2.28}$$

де y – значення відношення поточної сукупності компетенцій реалізації технологій ТО та Р до повного їх набору;

k_4 – поправочний коефіцієнт;

D – зміщення точки перегину кривої по осі абсцис.

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

$$\mu_4 \cdot \sum_{i=1}^{N} N_i K_i = \sum_{j=1}^{M} TX_j \,. \tag{2.29}$$

Ступінь відповідності компетенцій виконавців технічного сервісу визначається:

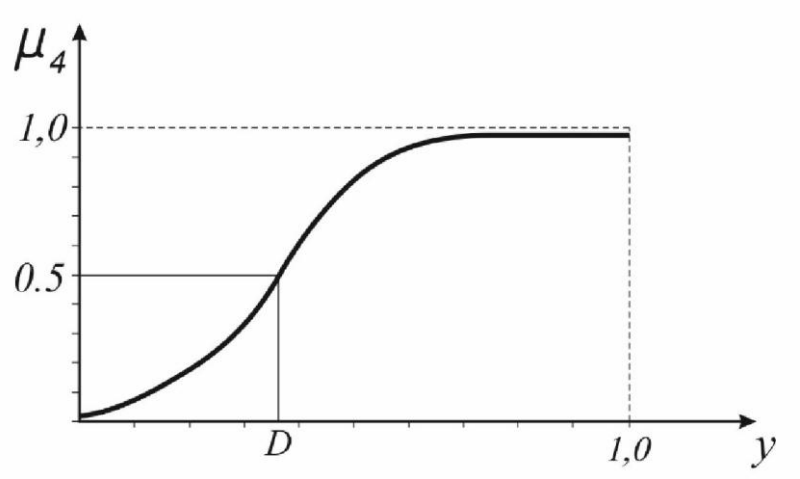


Рисунок 2.17 – Функція відповідності компетенцій виконавців технологіям ТО та Р.

$$\mu_5 = \frac{e^{k_5(z-E)}}{1+e^{k_5(z-E)}}, \tag{2.30}$$

де z – значення відношення поточної сукупності компетенцій сервісу підсистем та вузлів тракторів до повного їх набору;

k_5 – поправочний коефіцієнт;

E – зміщення точки перегину кривої по осі абсцис.

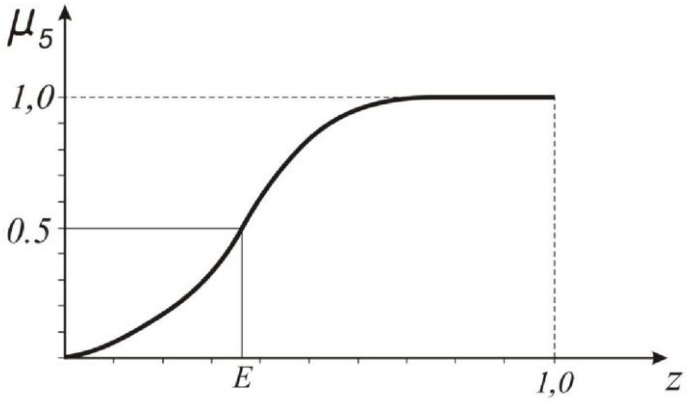


Рисунок 2.18 – Функція відповідності компетенцій виконавців вузлам, агрегатам та підсистемам тракторів.

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

$$\mu_5 \cdot \sum_{i=1}^{N} N_i K_i = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l \,. \tag{2.31}$$

2.6. Аналіз математичної моделі формування якості технічного обслуговування.

Аналітично опис формування якості функціонуючої системи технічного сервісу може бути представлений у вигляді формул 2.22, 2.24, 2.27, 2.29 і 2.31.

Завдання виконання необхідного обсягу робіт з ТО за умови зниження тривалості простою тракторів вирішено нами раніше, з урахуванням забезпечення нормативної періодичності ТО. Одним із напрямів забезпечення відповідності обсягів робіт та періодичності обслуговування нормативним значенням є вдосконалення засобів контролю технічного стану.

Для забезпечення функціонування системи технічного сервісу є важливим встановлення раціонального співвідношення кваліфікації виконавців технічного сервісу, застосовуваних технологій та характеристик тракторів, що обслуговуються.

Ступені відповідності μ_1 та μ_2 визначаються організацією технічного сервісу. Методи забезпечення їх високих значень будуть розглянуті окремо в 3 розділі. У такому разі математична модель якості технічного сервісу буде виглядати у вигляді формул 2.27, 2.29 і 2.31.

Підставивши вираз (2.29) і вираз (2.31) у вираз (2.27), отримаємо:

$$\mu_3 \cdot \mu_4 = \mu_5. \tag{2.32}$$

Тоді:

$$(\mu_3 \cdot \mu_4)^2 = K_\mu. \tag{2.33}$$

або

$$\mu_5^2 = K_\mu. \tag{2.34}$$

Отже, мінімальні значення окремих ступенів відповідності визначаються:

$$\mu_5 \geq \sqrt{K_\mu}. \tag{2.35}$$

$$\mu_4(\mu_3) = \frac{\mu_5}{\mu_3(\mu_4)}. \tag{2.36}$$

Виходячи з даних зібраних під час практики, фактичне значення коефіцієнта технічного використання знаходиться в межах 0,55±0,02-0,03.

Для цілей теоретичного дослідження можна запропонувати такі межі зміни базового значення $K_{m\partial}^{б}$ та відповідних мінімальних значень коефіцієнта якості $K_\mu : K_{m\partial}^{б} = (0{,}7 - 0{,}9),\ K_\mu = (0{,}8 - 0{,}6).$

Відповідно до (2.30) та (2.24) мінімально допустимі значення ступенів відповідності складуть: для кваліфікації виконавців, що обслуговують трактори, – $\mu_5 = 0{,}894 - 0{,}774$; для кваліфікації виконавців технологій технічного сервісу – $\mu_3 = 0{,}945 - 0{,}88$; для технологій технічного сервісу конструкцій тракторів, що обслуговуються – $\mu_4 = 0{,}945 - 0{,}88$.

Визначимо узгоджені межі зміни складових якості. Результати розрахунків для $K_\mu = (0{,}8 - 0{,}6)$ графічно зображені на рис. 2.19.

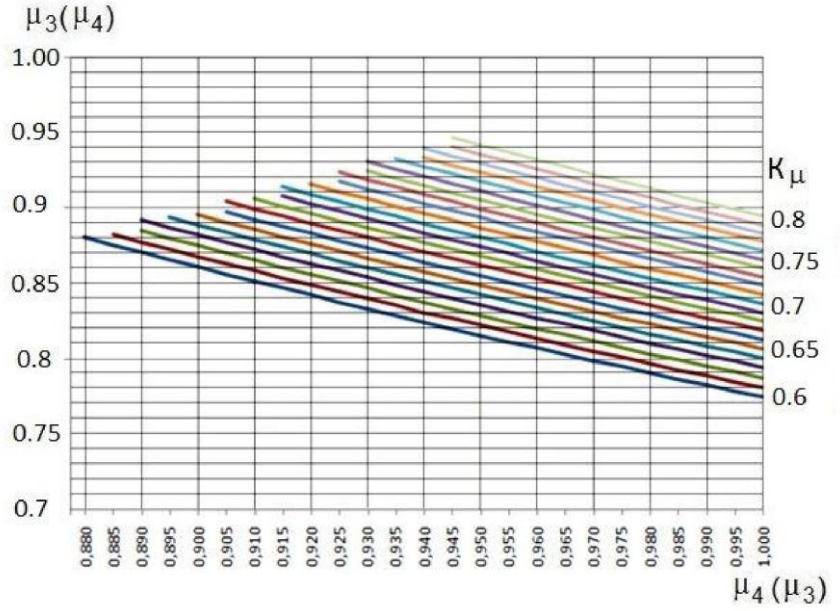


Рисунок 2.19 – Мінімальні розрахункові дані μ_3, μ_4.

Виходячи з можливого мінімального значення μ_3 (або μ_4) на осі абсцис визначається мінімальне значення μ_3 (або μ_4) на осі ординат, при різних значеннях K_μ від 0,6 до 0,8 з кроком 0,1. Значення μ_5 визначиться як добуток μ_3 μ_4. Графічне зображення залежності значень μ_5 від K_μ представлено на рис. 2.20.

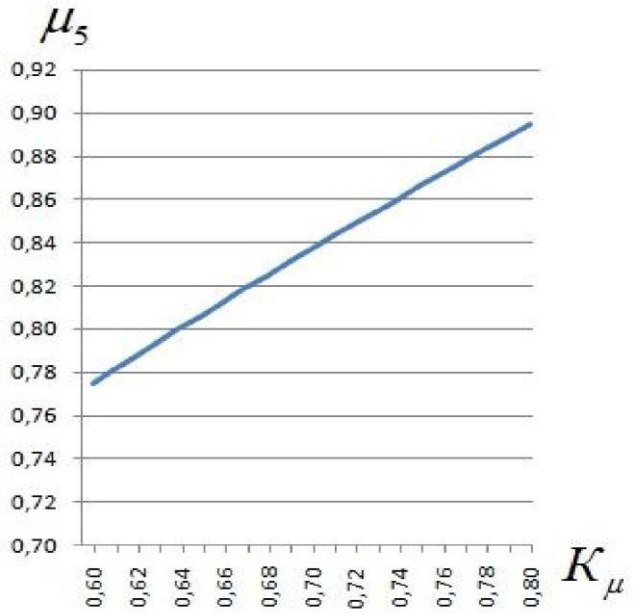


Рисунок 2.20 – Залежність значень ступеня відповідності кваліфікації виконавців тракторам, що обслуговуються μ_5 від коефіцієнта якості K_μ.

Для того щоб якість технічного сервісу підвищилася на 10 %, необхідно підвищити на 5 % будь-яку одну з ступенів відповідності: застосовувати технології обслуговування тракторів, кваліфікації виконавців застосовуваним технологіям обслуговування. Того ж ефекту можна досягти, підвищивши на 2,5 % ступінь відповідності застосовуваних технологій тракторам, що обслуговуються, і ступінь відповідності кваліфікації виконавців застосовуваним технологіям. Справедливе і протилежне: зниження на 5 % будь-якого з ступенів відповідності призведе до зниження на 10 % якості технічного сервісу [10, 15 і 16].

Сукупність залежностей (2.27) – (2.29) є нагодою постійного співвідношення кваліфікації виконавців, технологій сервісу та конструкцій однорідного парку тракторів.

Слід зазначити, що оскільки поява нових технологій технічного сервісу та збільшення різнорідності парку тракторів є безперервними процесами, а виявляються нерегулярно і періодично.

Після таких проявів освоюються нові технології, з'являється досвід обслуговування тракторів нової конструкції, і система технічного сервісу переходить у свій основний стан відповідно до опису рівнянь (2.27) - (2.28).

Графічно коливання результативності системи представлено на рис. 2.21.

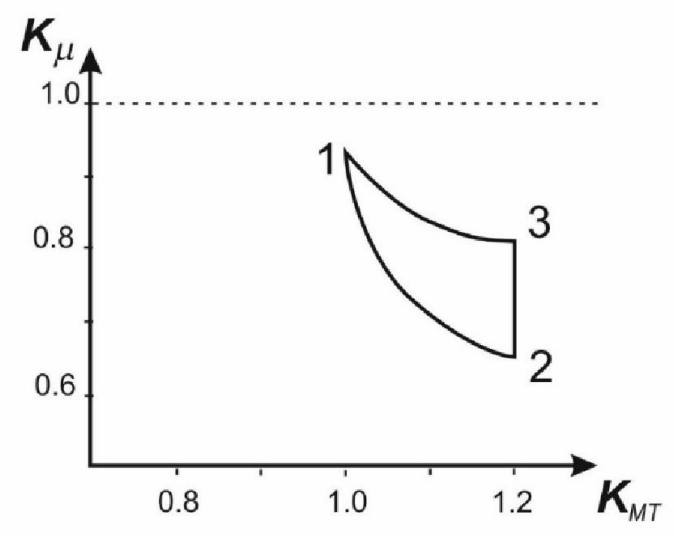


Рисунок 2.21 – Зміна результативності системи на прикладі різнорідності тракторного парку.

Тут:

1-2 - збільшення різнорідності, яке супроводжується деяким зниження якості технічного сервісу;

2-3 - освоєння сервісу нових тракторів, підвищення якості за тієї ж різнорідності;

3-1 - природне зниження різнорідності, що супроводжується збільшенням якості технічного сервісу.

2.7. Аналіз логістичної функції ступенів відповідності елементів якості технічного сервісу.

З погляду потреби, велике значення має характер кривої функції відповідності, який визначається координатами точки перегину. Чим нижче значення абсцис точки перегину, тим кращий варіант кривої приналежності.

Для ординати точки перегину 0,5 визначено наступні варіанти залежності логістичної кривої відповідності.

1) Переважний варіант кривої відповідності, рис. 2.26:

$$\mu = \frac{e^{18,9(x-0,25)}}{1+e^{18,9(x-0,25)}}, \tag{2.37}$$

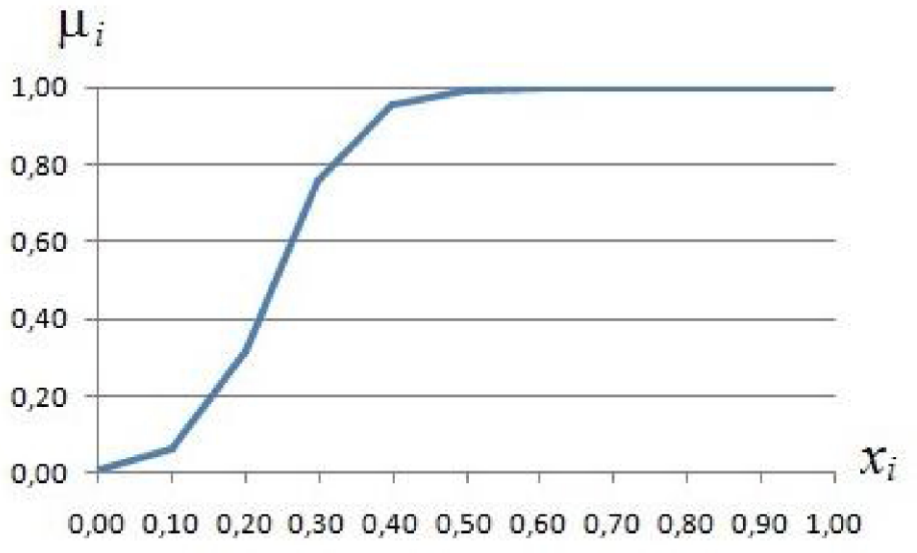


Рисунок 2.22 – Переважний варіант кривої відповідності.

2) Допустимий варіант кривої відповідності, рис. 2.27:

$$\mu = \frac{e^{8,3(x-0,33)}}{1+e^{8,3(x-0,33)}}, \tag{2.38}$$

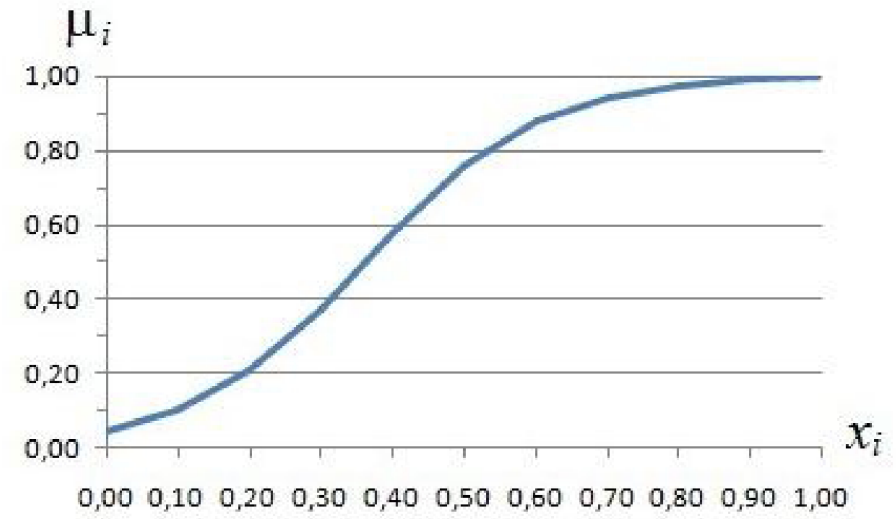


Рисунок 2.23 – Допустимий варіант кривої відповідності.

3) Середній варіант кривої відповідності, рис. 2.28:

$$\mu = \frac{e^{10,2(x-0,5)}}{1+e^{10,2(x-0,5)}}, \tag{2.39}$$

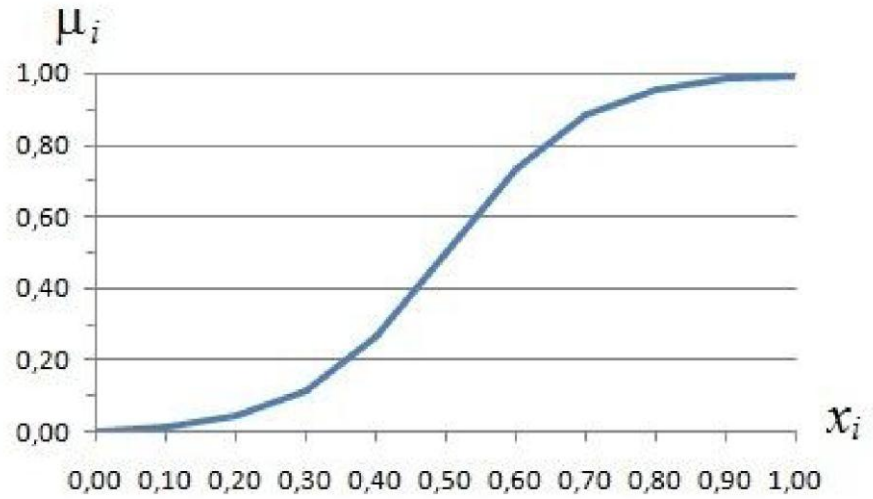


Рисунок 2.24 – Середній варіант кривої відповідності.

4) Варіант кривої відповідності нижче середньої, рис. 2.29:

$$\mu = \frac{e^{8,2(x-0,66)}}{1+e^{8,2(x-0,66)}}, \tag{2.40}$$

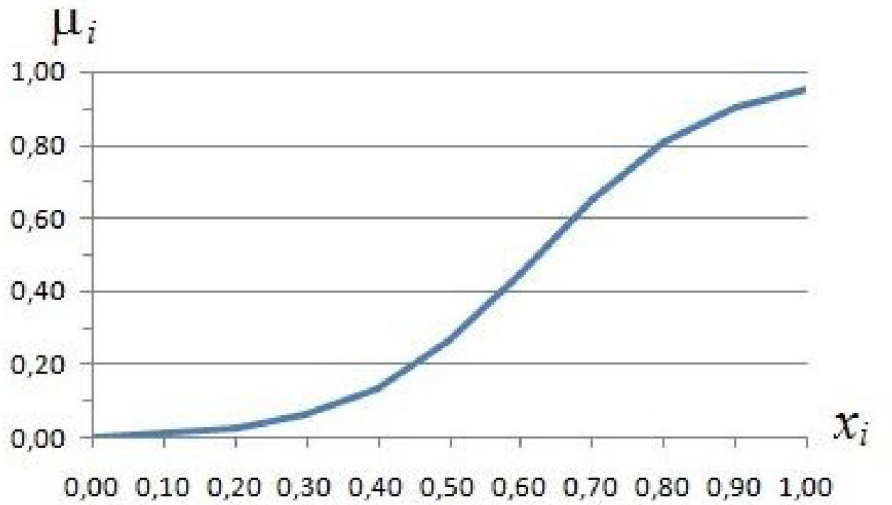


Рисунок 2.25 – Варіант кривої відповідності нижче середньої.

5) Гірший варіант кривої відповідності, рис. 2.30:

$$\mu = \frac{e^{16,3(x-0,75)}}{1+e^{16,3(x-0,75)}}, \tag{2.41}$$

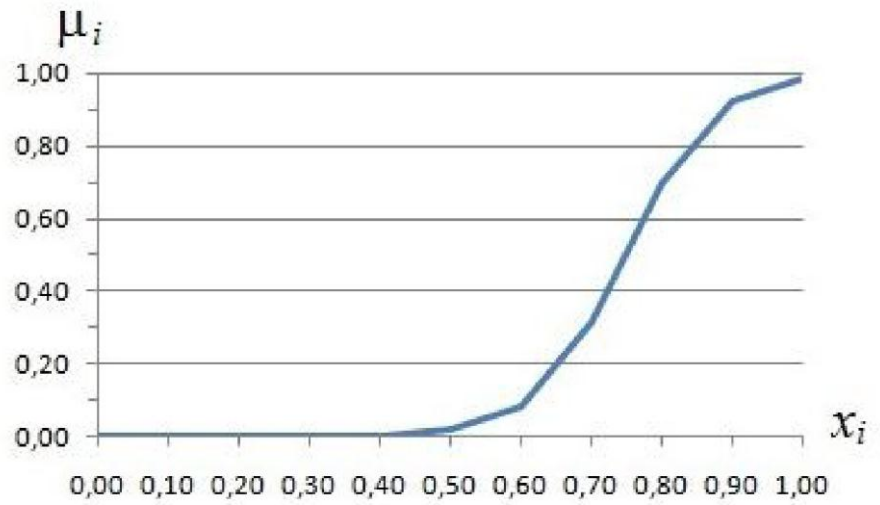


Рисунок 2.26 – Гірший варіант кривої відповідності.

Допустиме мінімальне значення $\mu_i = 0{,}8$ досягається, для різних значень x_i, при різних координатах точки перегину, рис. 2.31:

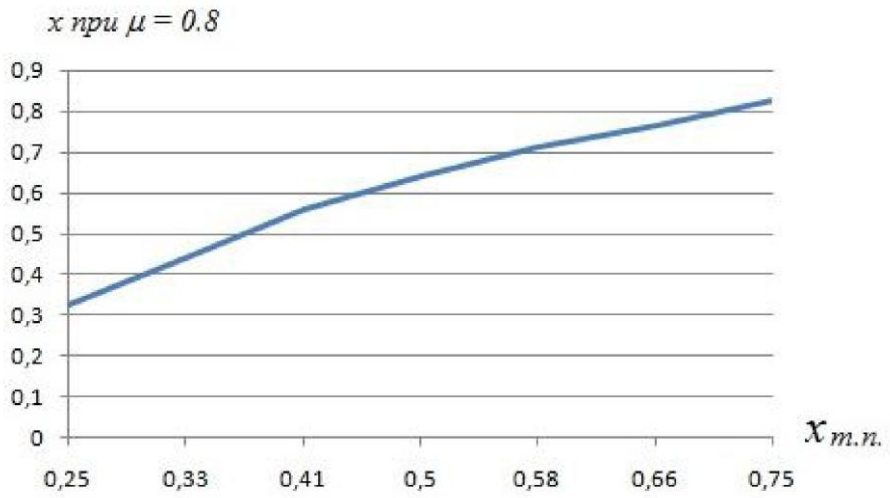


Рисунок 2.27 – Залежність x_i від зміни абсциси точки перегину $x_{m,n}$.

Для практичного застосування залежності μ_i необхідне експериментальне визначення значень відношення поточної сукупності до повного набору, апроксимація значень з отриманням функції відповідності. При отриманні варіанта кривої не вище середнього необхідно запропонувати перелік заходів щодо отримання варіанта функції відповідності не гірше за допустимий. Варіант реалізації представлений у розділі 4.

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРНОГО ПАРКУ.

Розглянуті у розділі 2 теоретичні питання дозволили сформувати концептуальні положення системи технічного обслуговування тракторного парку, що містить комплекс взаємозв'язків елементів системи (рис. 2.12). Концептуальний проект у концентрованій формі містить комплекс відносин, що виникають між елементами та можливими варіантами елементів. Цей комплекс відносин містить у собі можливі варіації (у межах представлених концептуальних положень) системи технічного обслуговування тракторного парку.

Для реалізації конкретних варіацій системи технічного сервісу тракторного парку необхідно фіксувати якісну визначеність одного з трьох елементів системи, після чого щоразу стають можливими для вирішення групи завдань (прямих і зворотних) щодо встановлення залишкових елементів, що зрештою, і визначать конкретні характеристики системи технічного сервісу.

3.1. 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 нижчим від необхідного значення:

$$K_{тв} \geq K_{тв}^{необ}. \qquad (3.1)$$

Дві групи завдань притаманні організації технічного сервісу сільськогосподарських підприємств, оптимізують чи формують склад тракторного парку [1, 7 і 17].

Етапи формування технічного сервісу представлені на рис. 3.1:

1. Виходячи з необхідного значення коефіцієнта технічного використання - встановлюються типи тракторів і їх кількість.

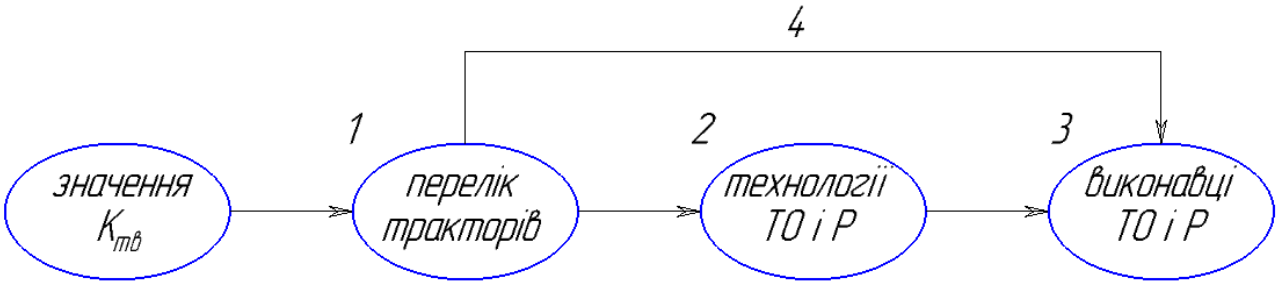


Рисунок 3.1 – Методика формування технічного сервісу при заданій цілі.

2. Типи тракторів визначають список необхідних технологій технічного сервісу.

3. Перелік технологій ТО та Р визначає кваліфікацію виконавців технічного сервісу.

4. Типи тракторів та їх кількість коригують кваліфікацію виконавців та визначають їх чисельний склад.

А 1. Забезпечення необхідної безвідмовності тракторів.

$$K_{тв} = K_{тв}^{необ}. \tag{3.2}$$

Кількість тракторів має бути мінімально необхідним:

$$A = \sum_{k=1}^{K} A_k = \frac{W_{сум}}{k \cdot K_{тв} \cdot W_{год}} \to A_{\min}. \tag{3.3}$$

Необхідний обсяг робіт з технічного обслуговування тракторів повинен бути мінімально необхідним:

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l \to \min. \tag{3.4}$$

Технології ТО та Р що застосовуються повинні відповідати процесам у підсистемах (вузлах та складальних одиницях) тракторів:

$$\frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \sum_{j=1}^{M} T \cdot X_j = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l. \tag{3.5}$$

Перелік робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу:

$$V_{T.C.} = \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i. \tag{3.6}$$

Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу має бути зведений до мінімуму:

$$N = \sum_i N_i \to N_{\min}. \tag{3.7}$$

Компетенції виконавців мають бути достатні для реалізації технологій ТО та ремонту:

$$\frac{e^{k_4(y-D)}}{1+e^{k_4(y-D)}} \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i = \sum_{j=1}^{M} T \cdot X_j. \tag{3.8}$$

Перелік робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів:

$$\frac{e^{k_5(z-E)}}{1+e^{k_5(z-E)}} \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l. \tag{3.9}$$

Об'єм робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу має бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:

$$\frac{e^{k_1(\upsilon-A)}}{1+e^{k_1(\upsilon-A)}} \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot k_N \cdot t \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l. \tag{3.10}$$

При цьому мається на увазі, що періодичність обслуговування не перевищує нормативну ($\mu_2 = 1$).

А 2. Забезпечення максимальної безвідмовності тракторів.

$$K_{тв} > K_{тв}^{необ}. \tag{3.11}$$

Кількість тракторних агрегатів:

$$A = \sum_{k=1}^{K} A_k \leq A_{const}. \tag{3.12}$$

Необхідний обсяг робіт з технічного обслуговування тракторів (як технічних систем):

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l. \tag{3.13}$$

Технології ТО та Р що застосовуються повинні відповідати процесам у підсистемах (вузлах та складальних одиницях) тракторів:

$$\frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}}\sum_{j=1}^{M}T\cdot X_j > \sum_{k,l=1}^{K,L}A_k\cdot S_l\,. \qquad (3.14)$$

Перелік робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу:

$$V_{T.C.}=\sum_{i=1}^{N}N_i\cdot K_i\,. \qquad (3.15)$$

Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу має бути постійним і дорівнювати встановленому значенню:

$$N=\sum_i N_i \to N_{const}. \qquad (3.16)$$

Компетенції виконавців мають бути достатні для реалізації технологій ТО та ремонту:

$$\frac{e^{k_4(y-D)}}{1+e^{k_4(y-D)}}\sum_{i=1}^{N}N_i\cdot K_i > \sum_{j=1}^{M}T\cdot X_j\,. \qquad (3.17)$$

Перелік робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів:

$$\frac{e^{k_5(z-E)}}{1+e^{k_5(z-E)}}\sum_{i=1}^{N}N_i\cdot K_i > \sum_{k,l=1}^{K,L}A_k\cdot S_l\,. \qquad (3.18)$$

Об’єм робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу має бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:

$$\frac{e^{k_1(\upsilon-A)}}{1+e^{k_1(\upsilon-A)}}\sum_{i=1}^{N}N_i\cdot k_N\cdot t=\sum_{k,l=1}^{K,L}A_k\cdot S_l\cdot\tau_l\,. \qquad (3.19)$$

При цьому мається на увазі, що періодичність обслуговування не перевищує нормативну ($\mu_2=1$).

3.2. Система технічного сервісу за відомого складу тракторного парку.

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

Етапи формування технічного сервісу представлені на рис. 3.2:

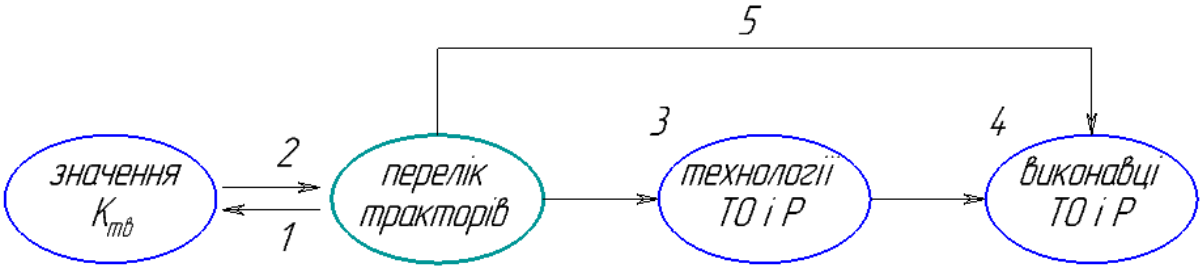


Рисунок 3.2 - Методика формування системи технічного сервісу при відомому складі тракторного парку

1. З встановленого складу тракторного парку визначаються необхідні значення коефіцієнта технічного використання.

2. Коригуються кількісний та якісний склад тракторного парку відповідно до уточнених значень $K_{тв}$.

3. Коригований склад тракторного парку визначає перелік необхідних технологій технічного сервісу.

4. Перелік технологій ТО та Р визначає кваліфікацію виконавців технічного сервісу.

5. Тип тракторів та їх кількість уточнюють кваліфікацію виконавців та визначають їх кількісний склад.

Б 1. Забезпечення необхідної безвідмовності тракторних агрегатів.

$$K_{тв} = \frac{w_{факт}}{w_{год}}. \tag{3.20}$$

Відома кількість тракторних агрегатів:

$$A = \sum_{k=1}^{K} A_k \rightarrow A_{факт}. \tag{3.21}$$

Необхідний обсяг робіт з технічного обслуговування тракторів (як технічних систем):

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{факт.k} \cdot S_l \cdot \tau_l. \tag{3.22}$$

Технології ТО та Р що застосовуються повинні забезпечувати нормальний перебіг процесів у підсистемах (вузлах, складальних одиницях) тракторів:

$$\sum_{j=1}^{M} T \cdot X_j = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{факт.k} \cdot S_l \frac{1+e^{k_3(x-C)}}{e^{k_3(x-C)}}. \quad (3.23)$$

Перелік робіт, що потенційно виконують виконавці технічного сервісу:

$$V_{T.C.} = \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i . \quad (3.24)$$

Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу має бути зведений до мінімально необхідного:

$$N = \sum_{i} N_i \to N_{\min} . \quad (3.25)$$

Виконавці повинні мати компетенції, що забезпечують реалізацію технологій ТО та ремонту:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i = \sum_{j=1}^{M} T \cdot X_j \cdot \frac{1+e^{k_4(y-D)}}{e^{k_4(y-D)}} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{фактk} \cdot S_l \cdot \left(\frac{1+e^{k_3(x-C)}}{e^{k_3(x-C)}} \right) \cdot \left(\frac{1+e^{k_4(y-D)}}{e^{k_4(y-D)}} \right). \quad (3.26)$$

Перелік робіт з обслуговування наявних тракторів повинен виконуватись виконавцями технічного сервісу:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{факт.k} \cdot S_l \cdot \left(\frac{1+e^{k_5(z-E)}}{e^{k_5(z-E)}} \right). \quad (3.27)$$

Обсяг робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:

$$\frac{e^{k_1(\upsilon-A)}}{1+e^{k_1(\upsilon-A)}} \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot k_N \cdot t \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{факт.k} \cdot S_l \cdot \tau_l . \quad (3.28)$$

Б 2. Забезпечення максимальної безвідмовності тракторних агрегатів.

$$K_{тв} \geq \frac{w_{факт}}{w_{год}} . \quad (3.29)$$

Відома кількість тракторних агрегатів:

$$A = \sum_{k=1}^{K} A_k \to A_{факт} . \quad (3.30)$$

Необхідний обсяг робіт з технічного обслуговування тракторів (як технічних систем):

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{факт.k} \cdot S_l \cdot \tau_l . \quad (3.31)$$

Технології ТО та Р що застосовуються повинні забезпечувати нормальний перебіг процесів у підсистемах (вузлах, складальних одиницях) тракторів:

$$\left\{\sum_{j=1}^{M} T \cdot X_j\right\} = \left\{\sum_{k,l=1}^{K,L} MA_{факт.k} \cdot S_l\right\} \cdot \frac{1+e^{k_3(x-C)}}{e^{k_3(x-C)}}. \quad (3.32)$$

Перелік робіт, що потенційно виконують виконавці технічного сервісу:

$$V_{T.C.} = \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i. \quad (3.33)$$

Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу має бути постійним:

$$N = \sum_i N_i \to N_{conct}. \quad (3.34)$$

Виконавці повинні мати компетенції, що забезпечують реалізацію технологій ТО та ремонту:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i = \sum_{j=1}^{M} TX_j \cdot \frac{1+e^{k_4(y-D)}}{e^{k_4(y-D)}} = \sum_{k,l=1}^{K,L} MA_{фактk} \cdot S_l \cdot \left(\frac{1+e^{k_3(x-C)}}{e^{k_3(x-C)}}\right) \cdot \left(\frac{1+e^{k_4(y-D)}}{e^{k_4(y-D)}}\right). \quad (3.35)$$

Перелік робіт з обслуговування наявних тракторів повинен виконуватись виконавцями технічного сервісу:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} MA_{факт.k} \cdot S_l \cdot \frac{1+e^{k_5(z-E)}}{e^{k_5(z-E)}}. \quad (3.36)$$

Обсяг робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot k_N \cdot t \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{факт.k} \cdot S_l \cdot \tau_l \cdot \frac{1+e^{k_1(\upsilon-A)}}{e^{k_1(\upsilon-A)}}. \quad (3.37)$$

Періодичність обслуговування не повинна перевищує нормативну ($\mu_2 = 1$).

3.3. Система технічного сервісу тракторів при відомих технологіях ТО і ремонту.

Дві групи завдань притаманні організації технічного сервісу підприємствами з ремонту та обслуговування сільськогосподарської техніки.

Етапи формування технічного сервісу представлені на рис. 3.3:

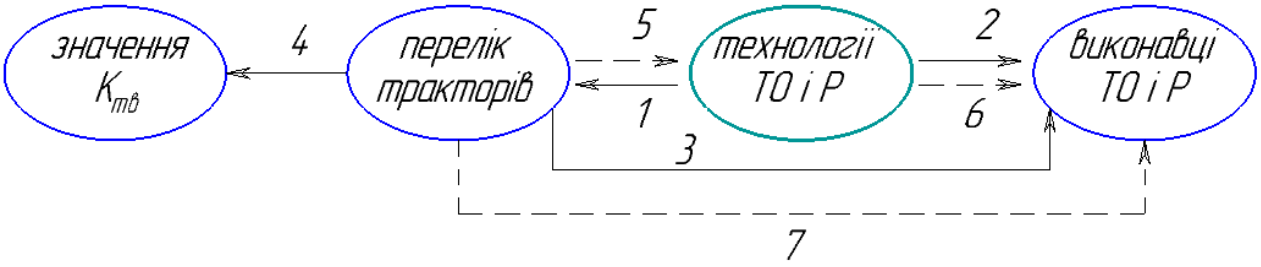


Рисунок 3.3 – Методика формування системи технічного сервісу по встановлених технологіях технічного сервісу (ТО та Р)

1. Перелік наявних технологій ТО та Р визначає вибір типів тракторних агрегатів, що обслуговуються (склад тракторного парку, що обслуговується).

2. Перелік існуючих технологій ТО та 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.

5. Планові та непланові зміни МТА визначають зміну 5 технології ТО та Р, що вимагають змін 6 кваліфікації виконавців ТО та Р, та передбачають зміну 7 кількості виконавців.

В 1. Забезпечення необхідної безвідмовності тракторних агрегатів.

$$K_{тв} = K_{тв}^{розр}. \tag{3.38}$$

Кількість тракторних агрегатів має бути мінімально необхідним:

$$A = A_{розр}. \tag{3.39}$$

Необхідний обсяг робіт з технічного сервісу тракторів (як технічних систем):

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{розр.k} \cdot S_l \cdot \tau_l \to \min. \tag{3.40}$$

Працездатність підсистем (вузлів, складальних одиниць) тракторів повинні забезпечуватися наявними технологіями ТО та Р:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l = \frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \cdot \sum_{j=1}^{M} T \cdot X_{факт.j}\,. \qquad (3.41)$$

Перелік робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу:

$$V_{T.C.} = \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i\,. \qquad (3.42)$$

Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу має бути зведений до мінімуму:

$$N = \sum_{i} N_i \to N_{\min}\,. \qquad (3.43)$$

Компетенції виконавців мають бути достатні для реалізації технологій ТО та ремонту:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i = \sum_{j=1}^{M} T \cdot X_{факт.j} \cdot \frac{1+e^{k_4(y-D)}}{e^{k_4(y-D)}}. \qquad (3.44)$$

Перелік робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \frac{1+e^{k_5(z-E)}}{e^{k_5(z-E)}} = \frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \cdot \sum_{j=1}^{M} TX_{факт.j} \cdot \frac{1+e^{k_5(z-E)}}{e^{k_5(z-E)}}. \qquad (3.45)$$

Об’єм робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу має бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot k_N \cdot t \geq \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \cdot \tau_l \cdot \frac{1+e^{k_1(\upsilon-A)}}{e^{k_1(\upsilon-A)}}. \qquad (3.46)$$

Періодичність обслуговування не перевищує нормативну ($\mu_2 = 1$).

В 2. Забезпечення максимальної безвідмовності тракторних агрегатів.

$$K_{тв} > K_{тв}^{розр}. \qquad (3.47)$$

Кількість тракторних агрегатів повинно бути мінімальним:

$$A = A_{розр}. \qquad (3.48)$$

Необхідний обсяг робіт з технічного сервісу тракторів (як технічних систем):

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{розр.k} \cdot S_l \cdot \tau_l \,. \tag{3.49}$$

Безвідмовність підсистем (вузлів та складальних одиниць) тракторів повинна забезпечуватись необхідними технологіями ТО і ремонту:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \le \frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \cdot \sum_{j=1}^{M} T \cdot X_{факт.j} \,. \tag{3.50}$$

Перелік робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу:

$$V_{T.C.} = \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i \,. \tag{3.51}$$

Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу має бути зведений до мінімуму:

$$N = \sum_{i} N_i \to N_{\min} \,. \tag{3.52}$$

Компетенції виконавців мають бути достатні для реалізації технологій ТО та ремонту:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i \ge \sum_{j=1}^{M} T \cdot X_{факт.j} \cdot \frac{1+e^{k_4(y-D)}}{e^{k_4(y-D)}} \,. \tag{3.53}$$

Перелік робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i \cdot K_i > \sum_{k,l=1}^{K,L} MA_k \cdot S_l \frac{1+e^{k_5(z-E)}}{e^{k_5(z-E)}} \,. \tag{3.54}$$

Об’єм робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу має бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i K_i > \sum_{k,l=1}^{K,L} MA_k \cdot S_l \cdot \frac{1+e^{k_5(z-E)}}{e^{k_5(z-E)}} = \frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \cdot \sum_{j=1}^{M} TX_{факт.j} \cdot \frac{1+e^{k_5(z-E)}}{e^{k_5(z-E)}} \,. \tag{3.55}$$

Періодичність обслуговування не повинна перевищувати нормативну ($\mu_2 = 1$).

3.4. Система технічного сервісу тракторів при відомих виконавцях ТО і ремонту.

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

Етапи формування технічного сервісу представлені на рис. 3.4:

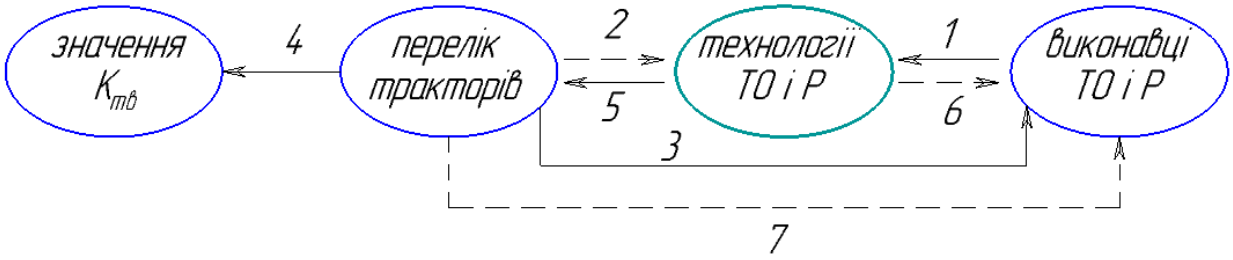


Рисунок 3.4 – Алгоритм формування технічного сервісу при встановлених виконавцях технічного сервісу (ТО та Р).

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

2. Набір застосовуваних технологій ТО і Р визначає вибір типів тракторних агрегатів, що обслуговуються (склад тракторного парку, що обслуговується).

3. Кількісний склад виконавців ТО і Р визначає кількість тракторів, що обслуговуються.

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

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

Г 1. Забезпечення необхідної безвідмовності тракторних агрегатів.

$$K_{тв} = K_{тв}^{розр}. \tag{3.56}$$

Кількість тракторних агрегатів має бути мінімально необхідним:

$$A = A_{розр}. \tag{3.57}$$

Необхідний обсяг робіт з технічного сервісу тракторів (як технічних систем):

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{розр.k} \cdot S_l \cdot \tau_l \,. \tag{3.58}$$

Технології ТО і Р що використовуються повинні відповідати процесам у підсистемах (вузлах, складальних одиницях) тракторів:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l = \frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \cdot \sum_{j=1}^{M} TX_j \,. \tag{3.59}$$

Перелік робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу:

$$V_{T.C.} = \sum_{i=1}^{N} N_{факт.i} \cdot K_{факт.i} \,. \tag{3.60}$$

Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу має бути зведений до мінімуму:

$$N = N_{факт} \,. \tag{3.61}$$

Компетенції виконавців мають бути достатні для реалізації технологій ТО та ремонту:

$$\sum_{j=1}^{M} TX_j = \frac{e^{k_4(y-D)}}{1+e^{k_4(y-D)}} \cdot \sum_{i=1}^{N} N_{факт.i} \cdot K_i \,. \tag{3.62}$$

Перелік робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \le \frac{e^{k_5(z-E)}}{1+e^{k_5(z-E)}} \cdot \sum_{i=1}^{N} N_{факт.i} \cdot K_i \,. \tag{3.63}$$

Об’єм робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу має бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:

$$\frac{e^{k_1(\upsilon-A)}}{1+e^{k_1(\upsilon-A)}} \cdot \sum_{i=1}^{N} N_{факт.i} \cdot k_N \cdot t = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{розр.k} \cdot S_l \cdot \tau_l \,. \tag{3.64}$$

Періодичність обслуговування не перевищує нормативну ($\mu_2 = 1$).

Г 2. Забезпечення максимальної безвідмовності тракторних агрегатів.

$$K_{тв} > K_{тв}^{розр}. \tag{3.65}$$

Кількість тракторних агрегатів повинно бути мінімальним:

$$A = A_{розр}. \tag{3.66}$$

Необхідний обсяг робіт з технічного сервісу тракторів (як технічних систем):

$$W_{TC} = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{розр.k} \cdot S_l \cdot \tau_l \to \min. \tag{3.67}$$

Технології ТО і Р що використовуються повинні відповідати процесам у підсистемах (вузлах, складальних одиницях) тракторів:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \le \frac{e^{k_3(x-C)}}{1+e^{k_3(x-C)}} \cdot \sum_{j=1}^{M} T \cdot X_j. \tag{3.68}$$

Перелік робіт, що потенційно виконуються виконавцями технічного сервісу:

$$V_{T.C.} = \sum_{i=1}^{N} N_{факт.i} \cdot K_i. \tag{3.69}$$

Кількісний склад групи виконавців технічного сервісу має бути зведений до мінімуму:

$$N = N_{факт}. \tag{3.70}$$

Компетенції виконавців мають бути достатні для реалізації технологій ТО та ремонту:

$$\sum_{j=1}^{M} T \cdot X_j = \frac{e^{k_4(y-D)}}{1+e^{k_4(y-D)}} \cdot \sum_{i=1}^{N} N_{факт.i} \cdot K_i. \tag{3.71}$$

Перелік робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу, повинен бути достатнім для обслуговування певного виду тракторів:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot S_l \le \frac{e^{k_5(z-E)}}{1+e^{k_5(z-E)}} \cdot \sum_{i=1}^{N} N_{факт.i} \cdot K_i. \tag{3.72}$$

Об’єм робіт, які потенційно виконують виконавці технічного сервісу має бути достатнім для обслуговування певної кількості тракторів:

$$\frac{e^{k_1(\upsilon-A)}}{1+e^{k_1(\upsilon-A)}} \cdot \sum_{i=1}^{N} N_{факт.i} \cdot k_N \cdot t = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_{розр.k} \cdot S_l \cdot \tau_l. \qquad (3.73)$$

Періодичність обслуговування не повинна перевищувати нормативну ($\mu_2 = 1$).

Наведені методики розрахунку призначені для двох варіантів проектування технічного сервісу: забезпечення заданої безвідмовності та забезпечення максимальної безвідмовності. В рамках кожного з цих варіантів можливі не менше двох оптимізаційних підваріантів розрахунку. Фіксується одне з базових понять, що залишилися, є обмеженим ресурсом (технології або виконавці), мінімізується друге з них.

Виявлена можливість формулювання безлічі завдань формування системи технічного обслуговування характеризує плідність прийнятого нами методологічного підходу.

Можна помітити, що у алгоритмах В і Г використовується ітерація.

Досвід організації технічного сервісу тракторного парку узагальнено у значній кількості досліджень на прикладі підприємств регіону.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МОБІЛЬНОЮ ЛАНКОЮ

Перевірка результатів цього дослідження проводилася з метою:

- оцінки ефективності розробленої системи технічного сервісу;
- перевірки узгодження трудомісткості та якості технічного сервісу у різних виробничих умовах сільськогосподарських підприємств;
- підтвердження отриманих при теоретичних дослідженнях аналітичних виразів визначення якості технічного сервісу;
- перевірки методики оцінки кваліфікації виконавців технічного сервісу;
- встановлення величини базового значення коефіцієнта технічного використання;
- порівняльної оцінки системи технічного сервісу тракторного парку із системами технічного сервісу іншої складної сільськогосподарської техніки.

4.1. Реалізація технічного сервісу мобільною ланкою підприємства «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ».

Виробнича перевірка технічного сервісу мобільною ланкою виконавців проводилася рамках виконання договору між підприємствами. Відпрацьовувалася технологія ТО тракторів групою виконавців зі скороченням тривалості простою трактора на ТО за умови виконання нормативного обсягу ТО та дотримання регламентованої періодичності.

Перед початком польових робіт тракторам у господарстві було проведено ТО-2, відремонтованим тракторам, які не мають післяремонтного напрацювання технічний огляд. Технічне обслуговування та техогляд проводилися за участю групи виконавців із залученням механізаторів і заступника головного інженера.

Згідно з проведеними попередньо розрахунками, періодичність технічного обслуговування – виходячи з середньої з розрахованих величин – була

прийнята 7 днів. Таким чином, виїзд групи проводився один раз на тиждень на кожну групу тракторів для обслуговування.

Для проведення взаєморозрахунків між групою виконавців та підприємством було розроблено, з урахуванням нормативних розцінок за проведення ТО-1 та ТО-2 та визначено транспортні витрати для кожного відділення. Під час проведення технічного обслуговування під час польових робіт зарплата працівникам, зайнятим на ТО тракторів, нараховувалася за тарифом тракториста І класу. Розцінки та витрати були затверджені і прописані в договорі.

Для забезпечення однакових умов в експериментальних та контрольних групах тракторів було прийнято рішення, що група виконавців проводитиме також ТО-2 і контрольні роботи.

Безпосередня робота з технічного обслуговування тракторів здійснювалася в такий спосіб.

За день до виїзду на підприємство керівник групи уточнював у заступника головного інженера кількість та марки тракторів, що напрацювали до ТО-2. Згідно з отриманою інформацією група брала необхідні розхідні матеріали для проведення робіт. Напрацювання між обслуговуванням здійснювалось на підставі витраченого пального.

Після приїзду на підприємство група проводила ТО-2 тракторів, які були попередньо залишені на місці стоянки тракторів і чекали на ТО. Після цього уточнювалося місцезнаходження тракторів на полях і група виїжджала для проведення ТО-1 у польових умовах. В польових умовах ТО проводять за завчасно розробленими технологіями, тобто вказується конкретна технологія.

Оцінка ефективності технічного обслуговування тракторів групою виконавців на підприємстві проводилася порівнюванням фактичних витрат на ремонт тракторів з аналогічними показниками за минулі роки, а також порівнянням із витратами на ремонт в «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» та ФГ «ПОКРОВСЬКЕ». Порівнювані показники вказані в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Напрацювання тракторів та затрати на ТО і ремонт (період квітень-вересень 2023 року)

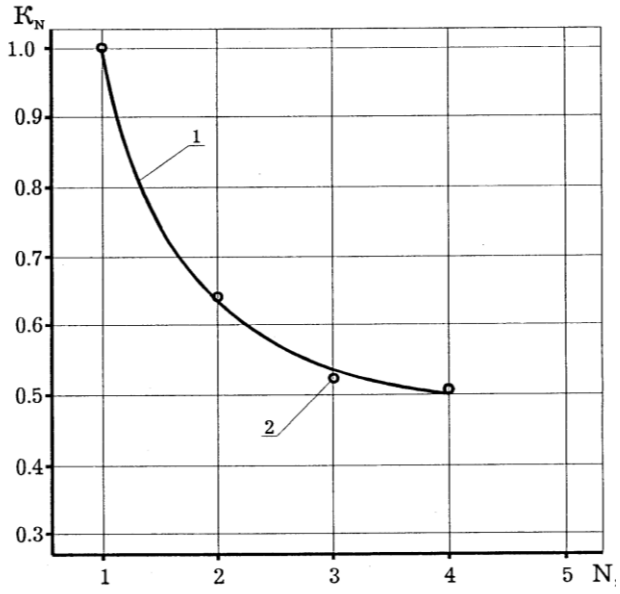
Назва підприємства	Напрацювання в мотогод.		Витрати, $, грн.		Питомі затрати, ($) грн./мотогод.	
	середнє з 2021 по 2022	2023	середні з 2021 по 2022	2023	середні з 2021 по 2022	2023
Контрольне						
АГРОСПЕЦЕКСПОРТ	18210	18345	47528 $	39074 $	2,61	2,13 (-18,4)
			1516146,4	1430139,5	83,26	77,96 (-6,4)
Експериментальне						
ПОКРОВСЬКЕ	16840	17112	45804 $	38673 $	2,72	2,26 (-16,9)
			1461173,1	1415436,2	86,77	82,71 (-4,7)

Питомі витрати на ремонт, який буде проводити мобільна група, у розрахунку на 1 мотогодину зменшились по різних підприємствах від 4,7 % до 6,4 % в гривневому еквіваленті, а якщо брати в $ еквіваленті то від 16,9 % до 18,4 %.

За рахунок нестабільного курсу долара за який купуються запчастини і розхідні матеріали для сільськогосподарської техніки. В 2021 році його вартість складала – 27,2 грн., а в 2022 і 2023 році – 36,6 грн. Середнє значення вартості однієї мотогодини для 2021 – 2022 року склали – 2,61 $, еквівалент у гривнях це 2,61×((27,2+36,6)/2)=83,26 грн. Для 2023 року вартість однієї мотогодини склала – 2,13 $, еквівалент у гривнях це 2,13×36,6=77,96 грн. Простої техніки на усунення відмов в господарствах скоротилися в 1,5 рази. Позитивних результатів було досягнуто за рахунок виконання групою виконавців необхідного обсягу ТО.

Тривалість ТО колісних тракторів класу 1,4 кН скоротилася у 2 рази.

Розрахункове скорочення тривалості виконання польових операцій становило середньому від 10 до 15 % у тому ж значенні коефіцієнта використання справного тракторного парку.



N – кількість виконавців робіт, $K_N = \frac{0{,}378}{N - 0{,}373} + 0{,}397$

Рисунок 4.1 – Зміна тривалості ТО-1 колісних тракторів 1,4 кН залежно від чисельності групи виконавців

Скорочення обумовлено зниженням тривалості простою тракторів на ТО та зменшенням до мінімуму простоїв на усуненні наслідків відмов.

4.2. Організація технічного обслуговування мобільними ланками дилерського підприємства ТОВ «Ландтех»

ТОВ «Ландтех» є дилером значної кількості провідних світових виробників сільськогосподарської техніки та супутніх товарів для неї. Підприємство обслуговує три області Кіровоградську, Миколаївську і Одеську.

ТОВ «Ландтех» реалізує великогабаритну техніку - комбайни, трактори, навантажувачі, кормозбиральні комбайни, оприскувачі, посівні та інші машини (плуги, борони, культиватори, косарки та інші).

На Кіровоградській філії діє 5 мобільних бригад, які оснащені всім необхідним обладнанням (інструмент, засоби ТО) для діагностики та ремонту.

Середній кваліфікаційний склад мобільних бригад – інженери з вищою профільною освітою, техніки-механіки із середньою професійною освітою, з різним стажем роботи в технічному сервісі, від 5 до 11 років.

Була проведена оцінка їхньої кваліфікації у відповідність до розробленої нами методики. Відповідність кваліфікації виконавців застосовуваним технологіям ТО та Р проводилася оцінкою знань, умінь та навичок за допомогою тестових карт, хронометражу часу виконання окремих операцій у рамках виділених технологій при оцінці відповідності компетенції виконавців технічного сервісу конструкціям тракторів, що обслуговуються.

4.2.1. Оцінка ступенів відповідності застосовуваних технологій та кваліфікації виконавців.

Оцінювалася сумарна відповідність компетенцій групи виконавців від 4 до 2 осіб (таблиці 4.2-4.4).

Таблиця 4.2 – Відповідність компетенцій виконавців технологіям ТО і Р для чотирьох виконавців

Оцінка виконавців ТО і Р	N, роб.	Назви робіт						
		очистка	мащення	регу-лювання	каліб-ровка	ремонт	віднов-лення	заміна
Знання	4	4	4	4	4	4	4	4
Вміння	4	3	3	3	3	3	3	3
Навики	4	2	2	2	2	2	2	2
Всього	63	9	9	9	9	9	9	9
Можливо	84	12	12	12	12	12	12	12

Максимальна кількість балів не може бути більше 84. Однак ми вважаємо, що достатньо 63 балів для забезпечення відповідності за показником, що розглядається:

- всі виконавці знають всі види робіт;

- лише один виконавець не вміє виконувати якийсь із видів робіт;

- принаймні двоє виконавців мають навички виконання будь-якого виду робіт.

Таблиця 4.3 – Відповідність компетенцій виконавців технологіям ТО і Р для трьох виконавців

Оцінка виконавців ТО і Р	N, роб.	Назви робіт						
		очистка	мащення	регу-лювання	каліб-ровка	ремонт	віднов-лення	заміна
Знання	3	3	3	3	3	3	3	3
Вміння	3	2	2	2	2	2	2	2
Навики	3	2	2	2	2	2	2	2
Всього	49	7	7	7	7	7	7	7
Можливо	63	9	9	9	9	9	9	9

Максимальна кількість балів не може бути більше 63. Однак ми вважаємо, що достатньо 49 балів для забезпечення відповідності за показником, що розглядається:

- всі виконавці знають всі види робіт;

- лише один виконавець не вміє виконувати якийсь із видів робіт;

- принаймні двоє виконавців мають навички виконання будь-якого виду робіт.

Таблиця 4.4 – Відповідність компетенцій виконавців технологіям ТО і Р для двох виконавців

Оцінка виконавців ТО і Р	N, роб.	Назви робіт						
		очистка	мащення	регу-лювання	каліб-ровка	ремонт	віднов-лення	заміна
Знання	2	2	2	2	2	2	2	2
Вміння	2	2	2	2	2	2	2	2
Навики	2	2	2	2	2	2	2	2
Всього	42	6	6	6	6	6	6	6
Можливо	42	6	6	6	6	6	6	6

Максимальна кількість балів може бути більше 42. Зниження цієї величини небажане, тому що при цьому значно підвищуються вимоги до кваліфікації виконавців, утруднюється забезпечення необхідних компетенцій для функціонування системи технічного сервісу.

Відповідність кваліфікації виконавців при обслуговуванні тракторів проводилася за аналогічною методикою.

Згідно з попередньою оцінкою ми вважаємо, що достатньо 63 балів для забезпечення відповідності кваліфікації за цим показником:

Таблиця 4.5 – Відповідність компетенцій виконавців процесам у підсистемах та вузлах тракторів

Оцінка виконавців ТО і Р	N, роб.	Вузли і підсистеми тракторів					
		двигун	трансмісія	ходова частина	гідроси-стема	електро-обладнання	рульова і гальмівна система
Знання	4	4	4	4	4	4	4
Вміння	4	3	3	3	3	3	3
Навики	4	2	2	2	2	2	2
Всього	54	9	9	9	9	9	9
Максимум	72	12	12	12	12	12	12

- всі виконавці знають всі види робіт;

- лише один виконавець не вміє виконувати якийсь із видів робіт;

- принаймні двоє виконавців мають навички виконання будь-якого виду робіт.

Однак, відповідно до припущення до аналітичного опису функціонування системи технічного сервісу, ступінь відповідності не може бути менше 0,894. Це чисельне значення отримане згідно з виразом (2.29) у припущенні, що коефіцієнт якості повинен бути не меншим за 0,8 при несприятливому варіанті зниження дійсної величини базового значення $K_{тв}^{б}$ до 0,7. У такому разі, мінімальна кількість балів становитиме: для чотирьох осіб – 75 балів; для трьох осіб – 56 балів.

Оцінка відповідності застосовуваних технологій при обслуговуванні тракторів проводилася за наведеною нижче методикою (табл. 4.5).

Таблиця 4.6 – Відповідність технологій ТО і Р процесам в підсистемах і вузлах тракторів.

Технології ТО і Р		Вузли і підсистеми тракторів					
		двигун	трансмісія	ходова частина	гідроси-стема	електро-обладнання	рульова і гальмівна система
чищення		2	2	2	2	2	2
мащення		2	2	2	2	2	2
регулювання		2	2	2	2	2	2
калібрування		2	2	2	2	2	2
ремонт		2	2	2	2	2	2
відновлення		2	2	2	2	2	2
заміна		2	2	2	2	2	2
Всього	**84**	**14**	**14**	**14**	**14**	**14**	**14**

Запропоновані оцінки відповідності:

2 – повністю відповідає;

1 – частково відповідає;

0 – не відповідає.

Попередньо приймемо за допустимий рівень оцінку не менше 94,5 %, що відповідає 89 балам, згідно з припущеннями до аналітичного опису функціонуючої системи технічного сервісу.

У відповідності з таблицями 4.2–4.6 проводилася оцінка знань, вмінь та навиків сервісних інженерів. На підставі цієї оцінки розраховані дійсні значення коефіцієнтів відповідності:

μ_3 – відповідність застосовуваних технологій ТО та Р процесам у підсистемах тракторів – 0,99-1,00;

μ_4 – відповідність компетенцій виконавців реалізованим технологіям ТО та Р – 0,97-0,99;

μ_5 – відповідність компетенцій виконавців технічного сервісу конструкціям тракторів, що обслуговуються – 0,96-0,98.

Обсяг робіт з ТО виконувався повністю (коефіцієнт $\mu_1 = 1$), періодичність відповідала нормативним значенням (коефіцієнт $\mu_2 = 1$).

Отримані значення коефіцієнтів відповідності чисельно характеризують високий рівень технічного обслуговування спеціалістами дилерського підприємства. Як наслідок, підвищується рівень експлуатації тракторних агрегатів підприємств, які обслуговує ТОВ «Ландтех».

Компетенції сервісних інженерів ТОВ «Ландтех» оцінювали за такою методикою [14, 17]:

- рівень знань визначався тестуванням за спеціально розробленими тестовими матеріалами на знання конструкцій тракторів та технології їх ТО, а також на знання конструкції та роботи обладнання для технічного сервісу;

- рівень вмінь визначався у два етапи: за опитувальними листами на знання черговості етапів підготовки тракторів до проведення ТО та порядку

використання обладнання для технічного сервісу; спостереження під час обслуговування тракторів;

- рівень навиків визначався шляхом хронометражу під час проведення ТО з визначенням відповідності фактичного часу ТО нормативному, перевіркою дотримання порядку ТО вузлів, агрегатів та підсистем тракторів.

У ТОВ «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» Кропивницького району Кіровоградської області стабілізація середньої добової продуктивності тракторних агрегатів, що обслуговуються, відбувалася протягом 2-3 днів, при 6-7 днях для інших тракторних агрегатів (рис. 4.2-4.3).

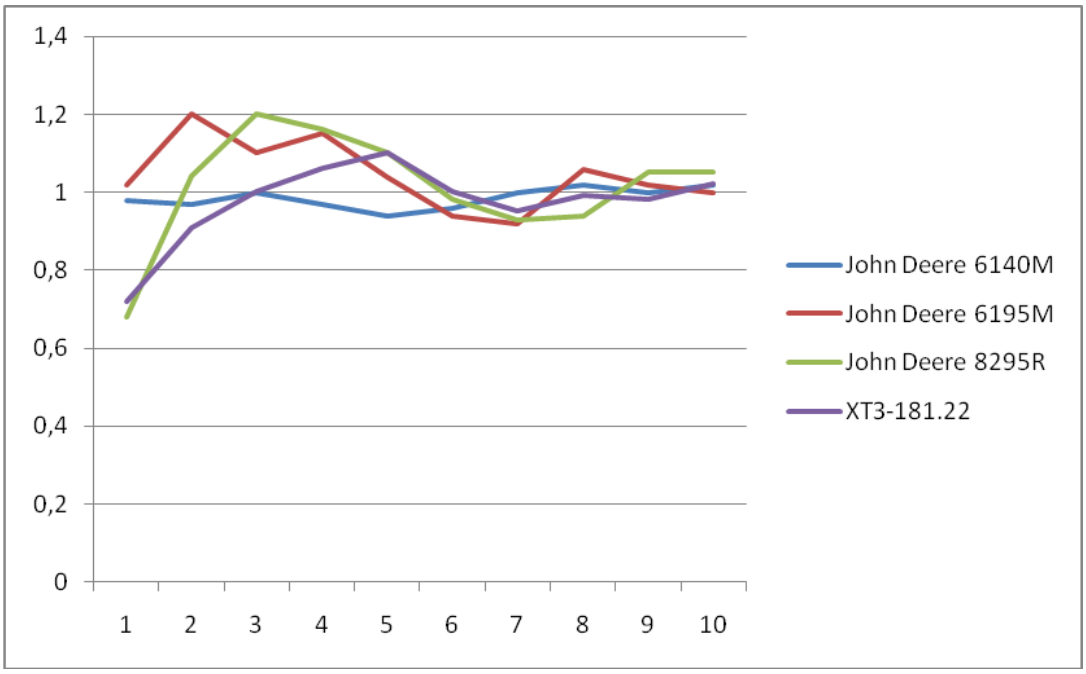


Рисунок 4.2 - Зміна відносної продуктивності тракторів, що обслуговувалися у ТОВ «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» по дням роботи в полі

Витрата палива двигунами тракторів, що обслуговувались в кг/га, знизилася на 10-13 % в порівнянні з іншими тракторами.

Розроблені нами рекомендації щодо організації технічного сервісу тракторних агрегатів передано для практичного застосування керівництву ТОВ «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ». За рахунок застосування методу групового обслуговування сільськогосподарської техніки у 1,12 рази підвищилася ефективність використання засобів ТО, на 18 % скоротилися витрати на технічне обслуговування.

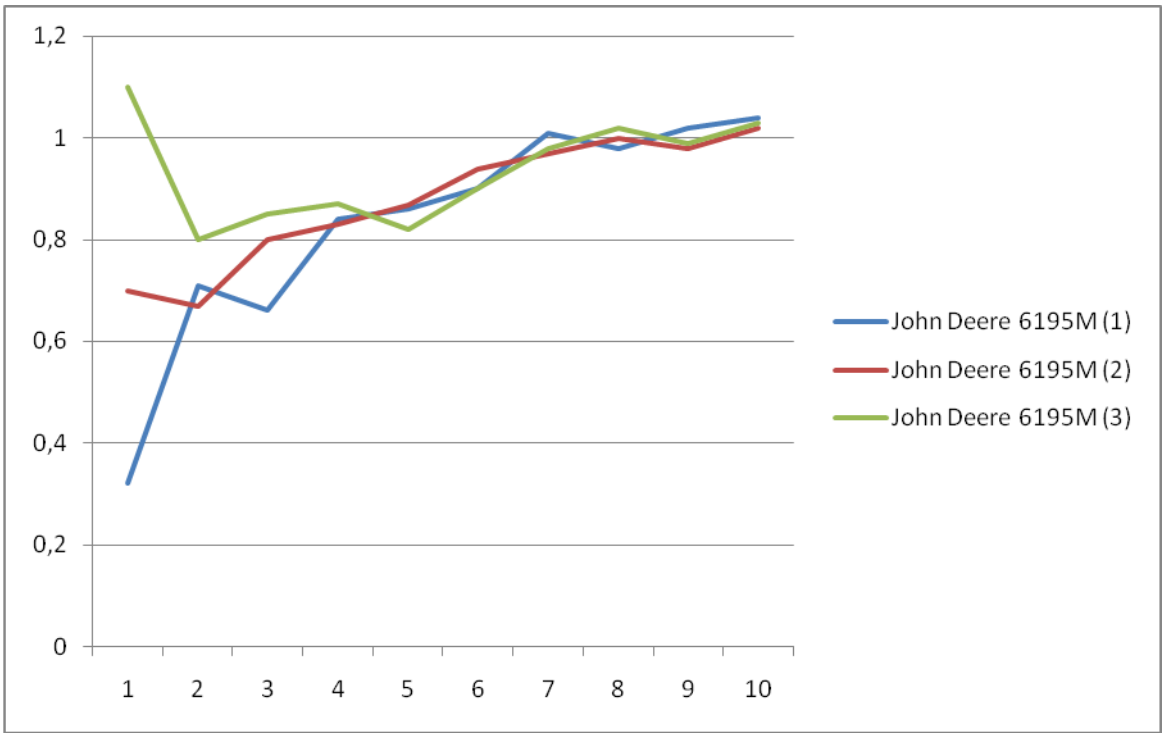


Рисунок 4.3 – Зміна відносної продуктивності по тракторах контрольної групи ТОВ «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» по дням роботи в полі

Простої тракторних агрегатів сільськогосподарських підприємств з технічних причин скоротилися у два рази, що підтверджено розрахунками.

4.2.2. Визначення величини коефіцієнта технічного використання.

Оцінка коефіцієнта якості технічного сервісу дозволяє, за відомого значення коефіцієнта технічного використання, оцінити базове значення коефіцієнта технічного використання. Так, внаслідок спостережень за використанням тракторів у складі агрегатів в умовах сільськогосподарського підприємства ТОВ «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» у 2022–2023 році, було визначено коефіцієнт технічного використання. Величина коефіцієнта технічного використання склала для тракторів John Deere 6195M величину від 0,47 до 0,7 (при середньому значенні 0,59) та для тракторів John Deere 6140M від 0,55 до 0,78 (при середньому значенні 0,69) для різного складу тракторного агрегату (табл. 4.7-4.8).

Таблиця 4.7 - Розрахунок величини $K_{тв}$ тракторів ТОВ «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» для 2022 року.

Трактор	Агрегат	Дні	Всього, га	га/год	га/зм.	Норма, га/зм.	$\tau_{зм}$	$K_{тв}$	$K_{тв}^{б}$
John Deere 6195M	Monosem	27	840	4,43	31,02	56,0	0,55	0,62	0,72
John Deere 6195M	Monosem SCD	15	680	6,76	47,35	112,0	0,42	0,47	0,55
John Deere 6140M	Occitan	16	355	3,19	22,34	44,8	0,5	0,55	0,65
John Deere 6140M	Yetter 3534-101	20	710	5,2	36,4	56,0	0,65	0,72	0,84

Таблиця 4.7 - Розрахунок величини $K_{тв}$ тракторів ТОВ «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» для 2023 року.

Трактор	Агрегат	Дні	Всього, га	га/год	га/зм.	Норма, га/зм.	$\tau_{зм}$	$K_{тв}$	$K_{тв}^{б}$
John Deere 6195M	Monosem	27	954	5,1	35,7	56,0	0,63	0,7	0,78
John Deere 6195M	Monosem SCD	10	510	7,85	54,95	112,0	0,49	0,55	0,64
John Deere 6140M	Occitan	12	320	3,81	26,65	44,8	0,59	0,66	0,78
John Deere 6140M	Yetter 3534-101	20	814	5,8	40,6	56,0	0,72	0,78	0,92

Величина поправочного коефіцієнта *k*, згідно з формулою (2.13), прийнята рівною 0,9. Коефіцієнт якості технічного сервісу K_{μ} прийнято 0,85 для тракторів John Deere 6195M та 0,9 для тракторів типу John Deere 6140M на основі попередніх оцінок кваліфікації фахівців технічного сервісу. Низьке значення $K_{тв}^{б}$=0,55 для John Deere 6140M під час культивації у 2022 р. отримано через низький розрахунковий коефіцієнт використання часу зміни в умовах дрібноконтурності полів.

Середнє значення базового коефіцієнта технічного використання склало 0,69 у 2022 р. та 0,78 у 2023 р. Це відповідає зробленим у розділі 2 припущенням.

4.3. Рекомендації по удосконаленню системи технічного сервісу виїздними бригадами.

Напрями вдосконалення технічного сервісу визначаються з концептуального проекту відповідно до прийнятих базових понять:

1) Двокритеріальна оптимізація чисельного складу мобільної ланки або виїзної групи та набору компетенцій виконавців технічного сервісу у відповідності до структури тракторного парку який обслуговується.

Відповідно до залежностей (2.22) і (2.31) необхідно як виконання необхідного обсягу робіт, так і забезпечення відповідності сумарного переліку компетенцій конструкціям тракторів, що обслуговуються:

$$\left.\begin{aligned} \mu_1 \cdot \sum_{i=1}^{N} N_i \cdot k_N t = \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k \cdot MA_k \cdot S_l \cdot \tau_l \\ \mu_5 \cdot \sum_{i=1}^{N} N_i K_i = \sum_{k,l=1}^{K,L} MA_k \cdot S_l \end{aligned}\right\}. \qquad (4.1)$$

В результаті розв’язання системи двох рівнянь можна визначити необхідні параметри мобільної ланки або виїзної групи.

2) Оптимізація технічного обладнання агрегатів технічного сервісу з розширенням переліку контрольно-діагностичного обладнання.

Агрегати ТО, що поставляються виробниками, оснащені типовими наборами обладнання та інструменту. Необхідна оптимізація технічного оснащення у відповідності з марочним складом парку тракторів, що обслуговується, і прийнятими технологіями технічного сервісу.

3) Розробка та застосування засобів безперервного контролю технічного стану вузлів, підсистем та агрегатів тракторів при оптимальному поєднанні визначення комплексних характеристик та приватних показників.

Найважливішим резервом підтримки працездатності такої техніки, скорочення їх простоїв на технічному сервісі є розширення використання засобів контролю технічного стану, особливо засобів безперервного контролю. Насамперед необхідно забезпечення контролю типових деталей та вузлів

тракторів. Крім цього, наявність таких засобів контролю дозволяє використовувати кадровий ресурс механізаторів – водіїв тракторних агрегатів – для підвищення ефективності технічного сервісу.

4) Удосконалення переліку та послідовності операцій технічного обслуговування.

Для скорочення часу простою тракторів при технічному сервісі потрібна зміна послідовності виконання операцій з їх розподілом між декількома виконавцями. Запропонована нами методика розподілу операцій технологічного процесу ТО тракторів може бути використана для будь-якої сільськогосподарської техніки.

5) Оптимізація переліку операцій технічного обслуговування у відповідності до цілей сервісу.

Скорочення тривалості простою техніки на ТО з допомогою роботи групи виконавців може бути недостатнім. Подальше скорочення тривалості ТО можливе перенесенням частини операцій з ТО-1 в ЩТО або ТО-2. Перенесення операцій у щозмінні можливе при використанні засобів безперервного контролю стану вузлів та підсистем тракторів або вдосконаленні технології їх виконання [14, 17 і 18]. Це стосується обслуговування механічних передач та підшипникових опор. Операції ТО системи мастила тракторів та самохідної техніки можуть бути перенесені в ТО-2 за рахунок застосування високоякісних мастильних матеріалів.

6) Оптимізація служби технічного сервісу моделювання процесу функціонування мобільної бригади з урахуванням завантаження двигуна трактора. Для отримання оптимальної величини коефіцієнта завантаження двигунів тракторів розрахунковим шляхом підбираються величини періодичності обслуговування та тривалості простою на обслуговуванні при фактично сформованих у сільськогосподарському підприємстві рівнях експлуатаційних витрат, витрат на ТО та витрат на ремонт та усунення наслідків відмов.

4.4. Перспективи розвитку системи технічного сервісу.

При дослідженні моделі технічного сервісу (рис. 2.12) кваліфікація фахівців з ТО та ремонту сільськогосподарської техніки нами визначалася через їх компетенції, представлені у вигляді сукупності знань, умінь та навичок. Для вирішення поставлених завдань проведеного нами дослідження таке уявлення цілком достатньо. Однак, при постійному збільшенні в структурі машинно-тракторного парку кількості комбінованих машин, комплексів, ускладненням конструкцій окремих машин виникає необхідність у розширенні способів отримання знання сервісними інженерами, а також способів перетворення нової інформації з багатьох джерел.

Для обліку структурованих джерел доступної сервісним інженерам інформації, нами запропоновано варіант розвитку моделі системи технічного сервісу, з урахуванням рекомендацій представлення інформаційної системи (рис. 4.4).

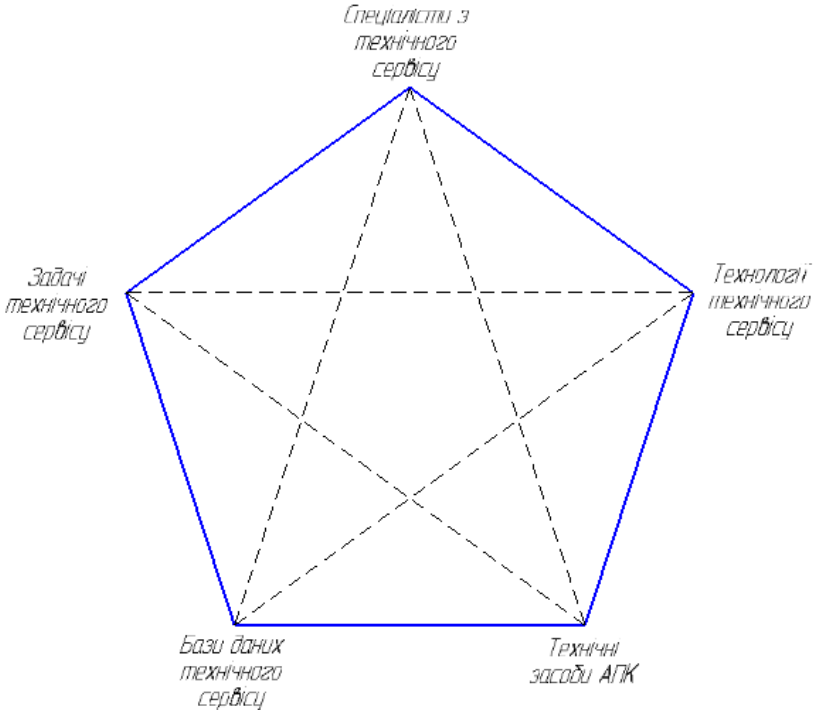


Рисунок 4.4 – Інформаційна система технічного сервісу

Обсяг інформації, що міститься у базах даних технічного сервісу, визначиться з наступного виразу:

$$\sum I = \sum_{q=1}^{Q} БД_q , \tag{4.2}$$

де $БД_q$ – q-та база даних із переліку наявних баз даних:

$БД_1$ – каталоги та перелік запасних частин;

$БД_2$ – технологічні карти на ТО та ремонт тракторів;

$БД_3$ – норми часу на ТО та ремонт;

$БД_4$ – план-графік ТО та ремонту;

$БД_5$ – перелік тракторів, що обслуговуються;

$БД_6$ – програми з діагностування та пошуку причин несправностей тракторів;

$БД_7$ – відкриті експертні системи;

$БД_8$ – системи дистанційного контролю технічного стану тракторів;

$БД_9$ – каталоги обладнання для діагностування, ТО та ремонту;

$БД_{10}$ – перелік фактично виконаних робіт з ТО та усунення наслідків відмов.

Перелік є відкритим і з розвитком інформаційних технологій може поповнюватися і розширюватися.

Головним елементом інформаційної системи технічного сервісу є фахівці технічного сервісу. Елементи інформаційної системи технічного сервісу знаходяться у певній залежності між собою.

Компетенції виконавців визначають вибір реалізованих технологій ТО та ремонту:

$$\sum_{j=1}^{M} TX_j = f_1\left\{\sum_{i=1}^{N} N_i K_i\right\}, \tag{4.3}$$

Реалізовані технології ТО і Р визначають вибір тракторів які будуть обслуговуватись:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l = f_2\left\{\sum_{j=1}^{M} TX_j\right\}, \tag{4.4}$$

Трактори, що обслуговуються поповнюють базу даних технічного сервісу:

$$\sum_{q=1}^{Q} БД_q = f_3\left\{\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l\right\}, \tag{4.5}$$

Наповнення баз даних технічного сервісу визначає потенційний перелік завдань технічного сервісу:

$$\sum_{p=1}^{P} ЗТС_p = f_4\left\{\sum_{q=1}^{Q} БД_q\right\}, \tag{4.6}$$

де $ЗТС_p$ – завдання технічного сервісу можуть бути виражені через перелік робіт, необхідних для підтримки та відновлення працездатності тракторів.

Перелік завдань технічного сервісу впливає формування компетенцій фахівців технічного сервісу:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i K_i = f_5\left\{\sum_{p=1}^{P} ЗТС_p\right\}, \tag{4.7}$$

В свою чергу компетенції виконавців впливають на вибір тракторів, що обслуговуються:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l = \varphi_1\left\{\sum_{i=1}^{N} N_i K_i\right\}, \tag{4.8}$$

Склад машинно-тракторного парку істотно впливає на перелік завдань, що вирішуються технічним сервісом:

$$\sum_{p=1}^{P} ЗТС_p = \varphi_2\left\{\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l\right\}, \tag{4.9}$$

Необхідні для вирішення завдання технічного сервісу визначають вибір технологій ТО та ремонту:

$$\sum_{j=1}^{M} ТХ_j = \varphi_3\left\{\sum_{p=1}^{P} ЗТС_p\right\}, \tag{4.10}$$

При реалізації технологій ТО та ремонту утворюється нова інформація для наповнення баз даних технічного сервісу:

$$\sum_{q=1}^{Q} БД_q = \varphi_4\left\{\sum_{j=1}^{M} ТХ_j\right\}, \tag{4.11}$$

Бази даних технічного сервісу підвищують рівень компетенцій спеціалістів технічного сервісу:

$$\sum_{i=1}^{N} N_i K_i = \varphi_5 \left\{ \sum_{q=1}^{Q} БД_q \right\}, \tag{4.12}$$

Таким чином, функціонування інформаційної системи технічного сервісу може бути описане системою рівнянь:

$$\left.\begin{array}{l}
\sum_{j=1}^{M} TX_j = f_1 \left\{ \sum_{i=1}^{N} N_i K_i \right\} \\
\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l = f_2 \left\{ \sum_{j=1}^{M} TX_j \right\} \\
\sum_{q=1}^{Q} БД_q = f_3 \left\{ \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l \right\} \\
\sum_{p=1}^{P} ЗТС_p = f_4 \left\{ \sum_{q=1}^{Q} БД_q \right\} \\
\sum_{i=1}^{N} N_i K_i = f_5 \left\{ \sum_{p=1}^{P} ЗТС_p \right\} \\
\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l = \varphi_1 \left\{ \sum_{i=1}^{N} N_i K_i \right\} \\
\sum_{p=1}^{P} ЗТС_p = \varphi_2 \left\{ \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k S_l \right\} \\
\sum_{j=1}^{M} TX_j = \varphi_3 \left\{ \sum_{p=1}^{P} ЗТС_p \right\} \\
\sum_{q=1}^{Q} БД_q = \varphi_4 \left\{ \sum_{j=1}^{M} TX_j \right\} \\
\sum_{i=1}^{N} N_i K_i = \varphi_5 \left\{ \sum_{q=1}^{Q} БД_q \right\}
\end{array}\right\}, \tag{4.13}$$

Запропонований аналітичний опис інформаційної системи технічного сервісу дозволяє оцінити весь спектр проблем забезпечення технічного сервісу. Компетенції фахівців технічного сервісу, що є головною ланкою цієї системи, формуються у відповідність до завдань технічного сервісу, але вони істотно доповнюються та розвиваються в міру наповнення баз технічного сервісу.

Наповнення, своєю чергою, здійснюється за функціонування самої системи технічного сервісу. Чим інтенсивніше функціонування, тим інтенсивніше заповнення баз даних.

Графічно взаємозв'язок баз даних можна представити наступним чином (рис. 4.5).

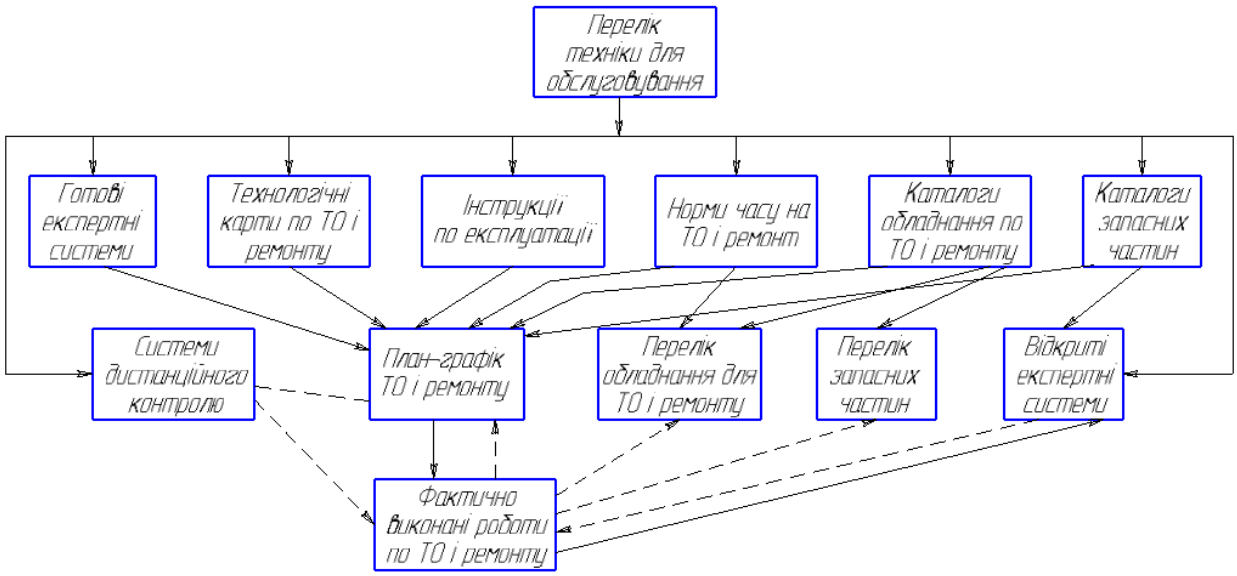


Рисунок 4.5 - Взаємозв’язок баз даних технічного сервісу

Крім широко поширених статичних джерел інформації, в сукупність баз даних нами включені два динамічні джерела це $БД_7$ і $БД_8$.

В якості відкритих експертних систем може бути використане доступне програмне забезпечення. Ці системи дозволять накопичувати інформацію про причини відмов і погіршення технічного стану тракторів, що дозволить значно підвищити ефективність технічного діагностування.

Рівень розвитку інформаційних технологій дозволяє використовувати систему GPS для передачі інформації з метою дистанційного контролю технічного стану тракторів. Це дозволяє використовувати інформацію систем контролю складної імпортної техніки [10]. Для морально застарілої техніки, значної кількості представленої у структурі тракторного парку сільськогосподарських підприємств, необхідно вирішувати завдання розробки засобів контролю. Елементна база для таких пристроїв досить широко представлена на ринку.

ВИСНОВКИ.

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

Рівень формування якості функціонування СТС тракторів найкраще визначається показником, що пов'язує мету функціонування системи технічного сервісу та оцінку якості її функціонування. Як такий показник прийнятий коефіцієнт технічного використання, що подається як добуток базового його значення на коефіцієнт якості функціонування системи технічного сервісу $K_{\mu} = \mu_5^2$ - коефіцієнт якості технічного сервісу є складовою коефіцієнта якості функціонування системи технічного сервісу тракторного парку і визначається як добуток ступенів відповідності елементів системи.

Встановлено зв'язок ступенів відповідності елементів СТС: $\mu_3 \cdot \mu_4 = \mu_5$ - добуток ступеня відповідності технологій ТО та ремонту обслуговуваних тракторів на ступінь відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу технологіям ТО та ремонту дорівнює ступеню відповідності кваліфікації виконавців технічного сервісу тракторам, що обслуговуються.

Якість функціонування служби технічного сервісу тракторів мобільною групою забезпечується скороченням часу оцінки та підтримки технічного стану за рахунок удосконалення технічного забезпечення, дотримання нормативної періодичності обслуговування за рахунок застосування діагностичних пристроїв. Доведено, що спеціалізована мобільна група технічного сервісу має високу якість функціонування та здатна забезпечити необхідний рівень працездатності тракторів у період польових робіт. Мобільна група повинна обслуговувати трактори сільгосппідприємств з певною періодичністю, мати у своєму складі спеціалістів різного профілю, що відповідає різнорідності

тракторного парку. Одночасна робота групи виконавців із використанням розробленої технології ТО дозволяє зменшити тривалість простою тракторів при технічному обслуговуванні у 1,5-2 рази. Простої при усуненні наслідків відмов знижуються у 2 рази.

Виробнича перевірка різних варіантів реалізації СТС показала високу якість їхнього функціонування. Так, під час реалізації технічного сервісу в ТОВ «АГРОСПЕЦЕКСПОРТ» мобільна ланка у складі чотирьох осіб з ТОВ «Ландтех» обслуговувала тракторний парк з періодичністю один раз на тиждень. Висока якість технічного сервісу дозволила порівняно з контрольними бригадами досягти: зменшення тривалості простою тракторів на ТО-1 у 1,5-2,0 рази; збільшення темпів весняно-польових робіт на 11–16 %; скорочення тривалості польових робіт на 10–14 %; зниження питомих витрат за ремонт до 16,5 %. Висока якість технічного сервісу дозволило знизити витрату палива двигунів тракторів тракторних агрегатів, що обслуговуються, в кг/га, на 10-13 % порівняно з контрольними тракторами. Витрати ТО МТП скоротилися на 18 %. Стабілізація середньої добової продуктивності тракторних агрегатів, що обслуговуються, на початку польових робіт проходила протягом 2-3 днів, при 6-7 днях для інших тракторних агрегатів.

Список використаної літератури.

1. Організація та технологія технічного сервісу машин: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей на освітніх рівнях «Бакалавр», «Магістр» / О. М. Шокарев, В. М. Кюрчев, С. В. Кюрчев, А.М. Побігун : // за ред. О. М. Шокарева.–Мелітополь, ТОВ «ФОРВАРДПРЕСС», 2019, - 307 с.

2. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.

3. Нагірний Ю.П. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень / Ю.П.Нагурний, І.М.Бендера, С.Ф.Вольвак // За ред. Ю.П.Нагірного. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. – 264 с

4. Математичні методи дослідження операцій. Лінійне програмування. Частина 1 : навчальний посібник / А. А. Яровий, Л. М. Ваховська, Л. В. Крилик. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 86 с.

5. Технічний сервіс в АПК : навчально-методичний комплекс: навч. посіб. для студентів інжен. спец. на осв.-кваліф. рівні «Бакалавр» напрямку «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / [С.М. Грушецький, І.М. Бендера, О.В. Козаченко та ін.] за ред. С.М. Грушецького, І.М. Бендери. - Кам'янець-Подільский :ФОП Сисин Я.І., 2014. - 680 с.

6. Технологія технічного обслуговування машин: [навч. посіб. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс» на осв.-кваліф. рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / І.М.Бендера, С.М.Грушецький, П.І.Роздорожнюк, Я.М.Михайлович. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2010. - 320 с.

7. Технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки: навч. посіб. / К.І. Шмат, Г.Ю. Диневич, В.В. Карманов. – Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004. – 204 с.

8. М.В. Молодик. Наукові основи технічного обслуговування і ремонту машин у сільскому господарстві. Кіровоград: КОД, 2009. - 180 с.

9. Черновол М.І. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник. Друге видання, перероблене і доповнене / М.І.Черновол, В.Ю.Черкун, В.В.Аулін та ін., за ред. М.І.Черновола – Кіровоград:КОД, 2010 – 320 с. :іл.

10. Грушецький С.М. Аграрний сервіс та інформаційне забезпечення : [навч.мет. компл. для студентів інжен. спец. на осв.-кваліф. Рівні «Магістр»] / Грушецький С.М. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2012. – 415 с.

11. Головчук А.Ф. Марченко В.І. , Орлов В.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник / За ред. А.Ф. Головчука. – Кн. 3: Машини сільськогосподарські. – К.: Грамота, 2005. – 576 с.

12. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник: у 3 кн. Кн.1: Трактори / А.Ф. Головчук, В.Ф. Орлов, О.П. Строков; за ред. А.Ф. Головчука. – К.: Грамота, 2003. – 336 с.

13. Лауш П.В., Василенко І.Ф., Лесюк Т.П. та ін. Технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник в 2-х ч. /За редакцією П.В.Лауша та І.Ф.Василенка. – Кіровоград: ПОЛІМЕД-Сервіс, 2007.

14. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю. Технології наукових досліджень в технічному сервісі»: посібник-практикум. Мелітополь: «Люкс», 2020. 136 с.

15. Технологічні карти діагностування і обслуговування тракторів. Навчальний посібник / О.В.Козаченко, В.М.Блезнюк, С.П.Сорокін та ін. За ред. О.В.Козаченка – Харків, 2010. – 212 с.

16. Практикум з технічної діагностики: навч. Посібник / О.В.Козаченко, С.П.Сорокін, О.М.Шкрегаль та ін.; за ред. проф. О.В.Козаченка. – Х.: Факт, 2013. – 456 с.

17. Рубльов В.І., Войтюк В.Д. Управління якістю технічного сервісу і сільськогосподарської техніки при постачанні: посібник. – 2-е видання доп. – К.: Видав НАУ, 2006. – 236 с.

18. Войтюк В.Д., Демко А.А., Надточій О.В. та ін. Структура і загальні положення концепції технічного сервісу енергонасиченої с.-г. техніки. – Вісник Харківського ДТУСГ. – Вип. 15, 2004. – 214 с.

19. Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Кувачов В.П. Використання техніки в АПК: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 268 с.

20. Бендера І.М., Оленю А.М., Михайлович Я.М. Навчальний посібник з грифом МОН. Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу. м. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В. 2012. – 37,7 друк. арк.

21. Практикум з технічного сервісу в агропромисловому комплексі: Навчальний посібник / Л.Ф. Бабицький, І.В. Соболевський, У.С. Абдулгазіс – Сімферополь, ДІАЙПІ, 2012. – 332 с

22. ДСТУ 2389-94 «Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення».