

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту

Завідувач кафедри

_____ Андрій ВОЙТІК

“ ____ ” _____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

магістра

на тему: **«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ ХТЗ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ
ПОЛІПРЕДМЕТНОЇ ПОЛІТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ»**

Виконав: студент 2 курсу,

групи 22м-ім

спеціальності 208 «Агроінженерія»

БІЛИК В'ячеслав Олександрович

Керівник: Іван ЛЕЩЕНКО,

викладач-стажист

Рецензент: Катерина КАЛАЙДА,

доцент

м. Умань 2023 рік

РЕФЕРАТ

В'ячеслав БЛИК. Дослідження можливості підвищення ефективності технічного обслуговування тракторів ХТЗ шляхом застосування поліпредметної політехнологічної спеціалізації (Дипломна робота, Уманський національний університет садівництва, 2023: 74 с., п'ять розділів з 15 рис. і дві табл., 47 джерел, додатки А, Б, В, Г на дев'ятьох сторінках).

Об'єктом дослідження є трактори марки ХТЗ різних тягових класів, обладнання для ТО, технологічні процеси ТО, пункти ТО.

Предметом дослідження є залежності між параметрами та показниками ефективності як для окремих ТП різних ТО тракторів ХТЗ різних тягових класів, так і для всіх можливих поєднань цих ТП у спільному потоці.

Метою дипломної роботи є підвищення ефективності технічного обслуговування тракторів ХТЗ за рахунок обґрунтування раціональної виробничої структури та спеціалізації фірмових пунктів технічного обслуговування (ПТО).

Методи дослідження. Для розв'язання сформульованих задач дипломної роботи були використані такі методи: нормування ремонтних робіт; статистичного оброблення інформації; регресійного, дисперсного та кореляційного аналізу; теорії графів; теорії розкладів; комп'ютерного моделювання; умовної та безумовної оптимізації.

У роботі написано вступ, даний аналіз стану питання згідно теми в теорії та практиці. Розглянута методика синтезу та аналізу технологічної і виробничої структури процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ; побудова невпорядкованої і впорядкування моделі технологічного процесу.

Обґрунтовані параметричні ряди виробничих структур пунктів технічного обслуговування. Визначено техніко-економічна складова розрахунку витрат виробничих структур спеціалізації пунктів технічного обслуговування.

Зроблено висновки і пропозиції, складено список використаних джерел, оформлено додатки.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра агроінженерії

Освітня програма «магістр»

Напрямок підготовки 208 «Агроінженерія»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

А. В. Войтік

« » 2023р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

студенту Білику В'ячеславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: **Підвищення ефективності технічного обслуговування тракторів ХТЗ шляхом застосування поліпредметної політехнологічної спеціалізації**

керівник проекту Іван ЛЕЩЕНКО, викладач-стажист, д. ф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 14 ” листопада 2023 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 27.11.2023р.

3. Вихідні дані до проекту: технічна характеристика тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0; характеристика стаціонарних постів; літературні джерела.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: проаналізувати теоретичні положення становлення та функціонування фірмового ТО тракторів та дослідити реальні умови проведення ТО тракторів в Україні й за кордоном; дослідити теоретичні положення обґрунтування поліпредметної та політехнологічної спеціалізації стосовно ТП ТО тракторів; встановити залежності параметрів і показників ефективності ТП ТО тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0, обґрунтувати параметричні ряди виробничих структур ПТО як для монопредметної та монотехнологічної, так і для різних варіантів поліпредметної та політехнологічної спеціалізації ПТО.

5. Ілюстративний матеріал:

підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломного проекту: мета і завдання дослідження; приклад моделі впорядкованої структури; схеми розміщення робочих зон для виконання операцій ТО; сподіваний економічний ефект від впровадження; висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е. В., доцент		

7. Дата видачі завдання 01.03.2023 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	15.03.23	
2.	Підготовка розділу 1	18.04.23	
3.	Підготовка розділу 2	19.05.23	
4.	Підготовка розділу 3	20.07.23	
5.	Підготовка розділу 4	22.08.23	
6.	Підготовка розділу 5	25.09.23	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	20.10.23	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	24.11.23	

Студент

(підпис)

В'ячеслав Білик

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Іван Лещенко

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІКИ СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ.....	10
1.1 Стан технічного обслуговування тракторів ХТЗ в Україні	10
1.2 Огляд досліджень у галузі технічного обслуговування і ремонту тракторів .	10
1.3 Технічне обслуговування тракторів у сільському господарстві за кордоном.....	14
Висновки до розділу 1	16
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	17
2.1 Системно-технологічні дослідження	17
2.2 Теоретичні дослідження технологічних процесів.....	20
2.3 Теоретичні основи технологічних процесів технічного обслуговування	22
2.4 Розрахунку продуктивності стаціонарних постів	27
2.5 Обґрунтування спеціалізації стаціонарних постів	29
Висновки до розділу 2	30
РОЗДІЛ 3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	31
3.1 Загальна методологія досліджень.....	31
3.2 Методика вибору ремонтно-технологічного обладнання	31
3.3 Методика нормування операцій	35
3.4 Методика синтезу та аналізу технологічної і виробничої структури процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ	37
3.4.1 Побудова неупорядкованої моделі процесу	37
3.4.2 Впорядкування моделі технологічного процесу.....	40
3.5 Методика вибору раціональних технологічних схем процесу	42

3.6 Результати досліджень та їх аналіз	45
3.6.1 Результати аналізу конструктивно–технологічного базису технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ.....	45
3.6.2 Обґрунтування параметричних рядів виробничих структур пунктів технічного обслуговування	49
3.6.3 Обґрунтування спеціалізації постів пунктів ТО	49
Висновки до розділу 3	51
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	53
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	56
5.1 Техніко-економічна складова розрахунку витрат виробничих структур спеціалізації пунктів технічного обслуговування	56
5.2 Сподіваний економічний від впровадження спеціалізації пунктів технічного обслуговування.....	57
Висновки до розділу 5	58
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ДОДАТКИ.....	66
ДОДАТОК А	67
ДОДАТОК Б	68
ДОДАТОК В	70
ДОДАТОК Г	73

ПЕРЕЛІКИ СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТП – технологічний процес

ТО – технічне обслуговування

АПК – агропромисловий комплекс

ПТО – пункт технічного обслуговування

РТО – ремонтно-технологічне обладнання МТП – машино-тракторний парк

ТЛ – технологічна лінія

ТД – технологічна ділянка

КТБ – конструктивно-технологічний базис

ОТС – організаційно-технологічна сумісність

ЕТО – елементарна технологічна операція

РТП – ремонтно-транспортні підприємства

ВСТУП

Технічне обслуговування передбачає забезпечення агропромислового комплексу технічними ресурсами та забезпечення їх постійного утримання в оптимальному стані протягом усього терміну експлуатації. Він охоплює такі види діяльності, як вивчення попиту, реклама, надання технічної та торгової інформації, доставлення, передпродажна підготовка, гарантійне обслуговування як нових, так і відремонтованих технічних засобів, забезпечення запасними частинами та навчання обслуговуючого персоналу.

На ринку сільськогосподарської техніки система технічного обслуговування та ремонту (ТОР) стає дуже перспективним бізнесом. Ця тенденція зумовлена не лише глобальним зростанням споживання сервісних послуг, а й модернізацією та розширенням парку сільськогосподарської техніки. Крім того, зростає попит на працівників із важливими професійними якостями, підвищеними стандартами обслуговування, покращеним загальним технічним станом машин, посиленням забезпеченням технологічних процесів.

Ефективне обслуговування сільськогосподарської техніки відіграє ключову роль у значному зниженні загальної вартості сільськогосподарської продукції. Зростання значення інженерно-технічних служб на підприємствах, поряд із дилерською діяльністю технічних центрів, пов'язаних із заводами сільськогосподарської техніки, є ключовим аспектом нової стратегії обслуговування техніки в сільському господарстві. Цей зсув підкреслює необхідність створення машинобудівними підприємствами власних центрів технічного обслуговування, що стає суттєвим чинником конкурентоспроможності продукції, що випускається.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є підвищення ефективності технічного обслуговування тракторів ХТЗ за рахунок обґрунтування раціональної виробничої структури та спеціалізації фірмових пунктів технічного обслуговування (ПТО).

Для досягнення сформульованої мети визначено такі завдання дослідження:

- проаналізувати теоретичні положення становлення та функціонування фірмового ТО тракторів та дослідити реальні умови проведення ТО тракторів в Україні й за кордоном.

- дослідити теоретичні положення структурно-параметричного аналізу та синтезу ТП ТО, які виконуються на стаціонарних постах.

- дослідити теоретичні положення обґрунтування поліпредметної та політехнологічної спеціалізації стосовно ТП ТО тракторів.

- встановити залежності параметрів і показників ефективності ТП ТО тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0, обґрунтувати параметричні ряди виробничих структур ПТО як для монопредметної та монотехнологічної, так і для різних варіантів поліпредметної та політехнологічної спеціалізації ПТО.

- обґрунтувати спеціалізацію фірмових ПТО залежно від кількості тракторів ХТЗ різних тягових класів у зоні обслуговування.

Об'єктом дослідження є трактори марки ХТЗ різних тягових класів, обладнання для ТО, технологічні процеси ТО, пункти ТО.

Предметом дослідження є залежності між параметрами та показниками ефективності як для окремих ТП різних ТО тракторів ХТЗ різних тягових класів, так і для всіх можливих поєднань цих ТП у спільному потоці.

Методи дослідження. Для розв'язання сформульованих задач дипломної роботи були використані такі методи: нормування ремонтних робіт; статистичного оброблення інформації; регресійного, дисперсного та кореляційного аналізу; теорії графів; теорії розкладів; комп'ютерного моделювання; умовної та безумовної оптимізації.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел зі 47 найменувань та 4 додатків (13 рис. і 4 табл.). Повний обсяг роботи з додатками становить 74 сторінок.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ

1.1 Стан технічного обслуговування тракторів ХТЗ в Україні

Під час реформування сільського господарства в Україні більшість потужностей ремонтно-технічної бази «Сільгосптехніки» зазнали краху, залишилась лише третина. Це спричинило пошуку інноваційних підходів до обслуговування. Ринкова інфраструктура аграрного сектора сприяла створенню систем матеріально-технічного обслуговування через технічні центри, лізингові компанії та спеціалізовані підприємства [1].

З 2017 по 2020 рік в Україні кількість РТП зменшилася на 33,3%, що потенційно вплине на сільськогосподарських виробників. Хоча у 2017–2019 роках домінували витрати на нове обладнання, у 2020 році відбулися зміни: витрати на ремонт зросли до 45,5% структури [2,3]. Ринок технічного обслуговування (ТО) стикається з невідповідністю попиту та пропозиції, коли багато малих і середніх сільськогосподарських підприємств намагаються фінансувати післягарантійне обслуговування, що збільшує потребу в ремонті. Відсутність ресурсів заважає фермерським господарствам самостійно ремонтувати сучасну техніку, сприяючи зростанню альтернативної ПТО. Комплексний підхід має вирішальне значення для вирішення проблем технічного обслуговування, починаючи з забезпечення необхідного обладнання для використання інтенсивних технологій виробництва в сільському господарстві.

1.2 Огляд досліджень у галузі технічного обслуговування і ремонту тракторів

У вступній роботі з ТО сільськогосподарських машин «Правила технічного обслуговування тракторів і їх польового ремонту» 1932 р. на основі експериментальних даних була сформована система з восьми етапів. Численні вчені, в тому числі Г.В. Веденяпін, Б.С. Свіршевський та ін., значний внесок у наукові основи систем ТО та ремонту [4; 5]. Поява складного обладнання

викликала занепокоєння щодо надійності роботи, особливо з переходом до механізації. Академік А.І. Берг підкреслював критичний характер надійності в технічному прогресі. «Правила технічного обслуговування» 1964 року базувалися на результатах досліджень ГОСНИТИ, але не вистачало комплексних досліджень.

У 1955 році Г.В. Веденяпін започаткував науковий підхід до побудови систем ТО сільськогосподарських тракторів, робота, яка досі має вирішальне значення для технічного обслуговування машин. А.М. Плаксін представив першу класифікацію систем ТО, розділивши операції на заміну вузлів/деталей і завдання, що не пов'язані із заміною. Системи розділили на три класи, причому другий клас вважався найпрогресивнішим. Враховуючи «технологічну та експлуатаційну неоднорідність», автором запропоновано теоретико-ймовірнісний метод обробки даних. Побудова системи ТО передбачала дотримання граничних умов і допустимих відхилень від розрахункових коефіцієнтів, визначення періодичності на основі експериментальних розподілів роботи вузлів для забезпечення оптимальної надійності роботи.

Періодичність ТО пропонується визначати за формулою ($T_{CP}-\delta$), подібно до визначення періодичності через рівень довірчої ймовірності. Методологія розвивалася, щоб посилити економічне обґрунтування та усунути «загальні міркування» в рішеннях щодо класу та етапу системи. ДержНДТІ, СібіМЕ, ЛСХІ, ЧІМЕСХ та дослідники В.М. Міхліна, А.В. Ніколаєнка, Б.В. Павлова й інших сприяла розробці засобів і методів діагностики для визначення технічного стану, підвищення якості обслуговування, надійності та зниження витрат на ремонт [6].

Розробка системи технічного обслуговування сільгоспвиробників включає такі фактори, як стаціонарні пункти, мобільний сервісний транспорт, склад тракторного парку. Дослідження Т.П. Каплуна, М.І. Лернер та інші мають важливе значення для переходу на спеціалізоване обслуговування [7, 8, 9].

Г.І. Напалков наголошує на врахуванні зональних економічних умов при виборі постів ТО. Оцінка якості системи ТО передбачає кількісні характеристики, як зазначає В.І. Солдовського, включаючи швидкість простоїв, коефіцієнт

очікування обслуговування, коефіцієнт завантаження та ймовірність своєчасного обслуговування. Розуміння потоку запитів на ТО вимагає знання їх розподілу в часі та необхідного ТО в одиницю часу для конкретних умов і організації роботи.

Дослідженнями В.І. Солдовського встановлено, що потоки вимог на ТО по місяцями добре узгоджуються із законом Пуассона і описуються формулою

$$P_k = \frac{a^k}{k!} \cdot e^{-a}, \quad (1.1)$$

де P_k – ймовірність того, що k машин потребують ТО в одиницю часу;

a – параметр Закону Пуассона, рівний середньому числу потреб за одиницю часу.

Іншим показником процесу ТО є час обслуговування однієї машини на ПТО. Встановлено, якщо маємо m машин, то система ТО може перебувати в $(m+1)$ різноманітних станах, тобто ТО можуть потребувати 1,2,3,..., m машин. Використовуючи формулу ймовірності, автор вираховував ймовірність того, що система ТО перебуває в стані « k »:

$$P_k = \frac{m!}{k!(m-k)!} \cdot \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k \cdot P_0, \text{ при } (1 \leq k \leq m), \quad (1.2)$$

де k – кількість потреб на ТО за одиницю часу;

m – кількість обслуговуючих машин;

λ – інтенсивність потоку замовлень;

ν – інтенсивність обслуговування;

n – кількість агрегатів, що виконують ТО.

Дослідниця М.А. Путінцева пропонує вибирати ПТО за коефіцієнтом завантаження в інтенсивні періоди польових робіт:

$$\eta_{ном} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_{i1} + \sum_{i=1}^k n_i t_{i2}}{t_{см} \cdot D}, \quad (1.3)$$

де k – кількість марок тракторів;

n – кількість тракторів певної марки;

$\sum_{i=1}^k n_i t_{i1}, \sum_{i=1}^k n_i t_{i2}$ – відповідно сумарна трудомісткість проведення ТО–1 і ТО–2;

$t_{см} \cdot D$ – місячний фонд робочого часу поста

У цій формулі авторка не враховує сумарної трудомісткості проведення ТО–3, що є істотним недоліком.

Дослідник Ю.Н. Скібневський пропонує проводити вибір ПТО залежно від планового сезонного завантаження трактора за марками з урахуванням втрат продуктивності МТП. Ним встановлено, що коефіцієнт використання часу робітників за зміну для ПТО дорівнює 0,85 [10 11].

І.П. Полканов надає перевагу надійності та мінімальним витратам на обслуговування. Тоді як такі науковці, як Л.В. Дехтеринського та В.В. Черноіванов зупинився на річних програмах ремонтних підприємств, В.І. Казарцев і В.С. Крамаров акцентували увагу на аналізі структурно-технологічної основи концентрації ремонтного виробництва [12, 13, 14, 15].

О.Д. Семкович виклав методику аналізу ремонту КТБ ТП та організаційної взаємодії з урахуванням зв'язку системи ТО з сільськогосподарським виробництвом. Разом з Р.Д. Кузьмінським застосовували алгоритми теорії розкладів для автоматизованого розрахунку розбірно-монтажних ТП, синтезу параметричних рядів для конструкцій ЛП та визначення оптимальної продуктивності [16–22].

Кузьмінський Р.Д. ввів поняття ремонтної властивості ОТС ТП, дав їй кількісну оцінку та підкреслив важливість спільного потоку при об'єднанні різних ТП. Проте жодне дослідження не вивчало доцільність об'єднання ТП ТО для тракторів різних марок, враховуючи зміни в аграрному секторі, навантаження, регулярність формування замовлень і вимоги замовника щодо тривалості процесу ТО в спільному потоці.

Останні ідеї щодо ефективної системи технічного обслуговування сільського господарства містяться в працях Ю.А. Конкін, А.В. Кардопольцева, О.В. Сидорчуку за техніку та Є.Ю. Форнальчик для обладнання для тваринництва [23, 24, 25].

Хоча існує великий аналіз конструкцій капітального та поточного ремонту ТП, існує прогалина в дослідженнях процесів ТО.

Професор В.Д. Войтюк аналізує структури управління збутом та сервісним

обслуговуванням машин, формує наукові засади обґрунтування системи ТО с.-г. техніки. Фактори, що формують адаптовану систему технічного обслуговування, включають прогноз ринку, зростання ремонтних робіт, попит на обладнання та потребу в кваліфікованому персоналі. Проте автор не звертає уваги на структурні аспекти обслуговування ТП та досягнення заданої продуктивності шляхом різних комбінацій параметрів виробничої структури. Встановлення залежностей між показниками ефективності технічного обслуговування та виробничими структурами має вирішальне значення для досягнення відповідності між технологічними та виробничими структурами в обслуговуванні тракторів.

1.3 Технічне обслуговування тракторів у сільському господарстві за кордоном

У сучасній глобальній ринковій конкуренції добре організована мережа технічного обслуговування має вирішальне значення для успіху компанії. Ця система охоплює такі послуги, як постачання запчастин, технічна документація, ремонтні роботи, навчання спеціалістів, дослідження ефективності обладнання та модернізація сервісного обладнання.

У таких країнах, як США, Канада, Велика Британія, Австралія, Нова Зеландія, фірми сільськогосподарського машинобудування створюють дилерські фірми, пов'язані договірними відносинами н [26, 27, 28].

Відповідальність за технічний стан машин несе компанія-виробник, що забезпечується законодавством, забезпечуючи ТО протягом 10-15 і більше років експлуатації машин. Компанії вважають обслуговування прибутковим, оскільки кожен вкладений долар забезпечує подвійний прибуток порівняно з виробництвом обладнання. Структура ремонтних організацій схожа, відрізняючись кількістю дилерів і їх технічною оснащеністю. Технічне обслуговування часто проводиться безпосередньо на місці експлуатації машин. Такі компанії, як Caterpillar зі 100 дилерами в США, продають дилерам автомобілі за зниженою ціною, що дає їм змогу отримувати прибуток 10–15%. Технічне обслуговування включає передпродажне, гарантійне та післягарантійне обслуговування, на яке аграрії

витрачають 10–15% загальних витрат на виробництво [28, 29, 30].

Дилерські центри класифікують свій обсяг роботи, у John Deere є три категорії на основі сум: до 500 000 доларів США, від 500 000 до 800 000 доларів США та понад 800 000 доларів США. Кількість працівників різна, від кількох десятків до кількох сотень залежно від обсягу роботи. Наприклад, у дилера Patten компанії Caterpillar працює 250 осіб для ремонту та технічного обслуговування в семи пунктах обслуговування. International Harvester має дилера з 30 співробітниками, які обслуговують 300-400 ферм у радіусі 80-100 миль. Конкуренція між дилерами в одній зоні спонукає зосередитися на якості обслуговування, постійному моніторингу обладнання та своєчасних рекомендаціях щодо ремонту. Комп'ютери відіграють вирішальну роль у повсякденній роботі дилерів, зберігаючи записи про трактори та машини, продані протягом 15-20 років, уможливорюючи завчасні рекомендації щодо заміни.

У Німеччині, Австрії, Швейцарії, країнах Скандинавії утриманням фермерів займаються малі підприємства в профспілках, укладаючи контракти з машинобудівними фірмами. Підприємства-виробники створюють регіональні технічні центри комплексного ремонту в сільській місцевості, на кожному сервісному підприємстві сільської місцевості працює близько 11 працівників, які обслуговують більше 30 тракторів [26; 27; 28; 30].

У Європі діагностика інтегрована в ТО, тоді як у США є спеціалізовані діагностичні центри, незалежні від ТО чи ремонту. Провідні іноземні компанії прагнуть скоротити витрати на ТО за рахунок підвищення надійності компонентів, удосконалення системи обслуговування, механізації та навчання персоналу. Домінують такі сервісні системи, як ЕТО, ТО-1, ТО-2 і СТО, з упором на умови роботи машини. Широко використовується обслуговування за вимогою на основі діагностики [31; 32].

Фермери в США, Англії та Німеччині часто обмінюють або продають зношені машини дилерам, які ремонтують і перепродають їх за нижчою ціною, ніж нові, залучаючи фермерів до модернізації обладнання [28].

На відміну від традиційних форм, ці підходи до обслуговування

передбачають, що виробники беруть на себе повну відповідальність за передпродажне, гарантійне та подальше обслуговування. Жорстка дилерська конкуренція забезпечує якісну консультаційну та сервісну роботу. Використання комп'ютера сприяє комплексному контролю та веденню обліку робіт з технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. **Робоча гіпотеза** передбачає, що оптимізація виробничих структур, враховуючи кількісні та якісні зміни в річних програмах ПТО, може підвищити ефективність.

Висновки до розділу 1

У існуючій схемі господарювання відсутня проміжна ланка між виробниками промислової продукції та споживачами, законодавча база не закладена.

Останні концептуальні розробки у сфері матеріально-технічного та матеріально-технічного забезпечення сільського господарства не мають правового підґрунтя, залишаючись радше побажаннями, ніж законами, що підлягають виконанню. Законодавчо визначені права споживачів на відшкодування від машинобудівників поломок і простоїв можуть створити економічні основи матеріально-відтворювальної діяльності технічної служби.

До недоліків системи проміжної ланки в «Сільгосптехніки» можна віднести відставання в якості, надійності та безпеці через обмежений контакт з користувачами та економічну залежність від компенсаційних вимог. Повернення до попередньої системи є недоцільним, наголошуючи на необхідності формування системи, подібної до західної моделі, критично адаптованої до місцевих умов, яка має початкові позитивні ознаки.

РОЗДІЛ 2.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Системно-технологічні дослідження

Система ТО та ремонту агропромислового комплексу – це цілісна сукупність засобів, працівників і документації для підтримання та відновлення якості продукції [21, 33]. Система *ТОР*, як і будь-яка система *S*, містить елементи *A* у визначених відношеннях *R*, утворюючи єдину сутність $S = (A, R)$.

Опис системи передбачає встановлення меж, вивчення її структури та властивостей. Межі системи ТО встановлюються видаленням обладнання та поверненням до використання. Система взаємодіє із зовнішнім середовищем, включаючи системи машинобудування та використання машин. Взаємодія має комбінований ймовірно-детермінований характер. Система ТО складається з технологічної та виробничої складових.

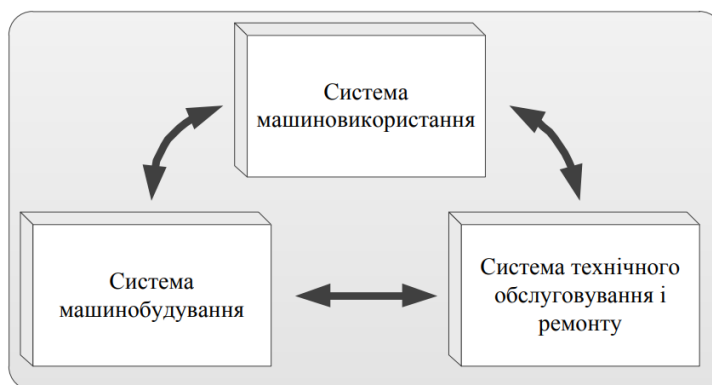


Рисунок 2.1 – Взаємодія системи *ТОР* з зовнішнім середовищем

Технологічна складова функціональної структури визначається процесами та операціями, до яких входять:

- *виробничий процес* – це сукупність дій людей і знарядь виробництва, які виконуються в певній послідовності і забезпечують повернення працездатності спрацьованим машинам, механізмам або деталям, що втратили її під час експлуатації;
- *технологічний процес* – основна частина виробничого процесу, яка містить дії з послідовної зміни і наступного контролю стану об'єкта ремонту або

його складових частин з метою відновлення їх справності або працездатності згідно із заданими технічними вимогами. ТП стосується як деталі, так і агрегату або машини. Він складається з кількох технологічних операцій;

Виробнича складова функціональної структури підприємства технічного сервісу визначається підрозділами, а саме ПТО, постами, робочими місцями, РТО та характером взаємозв'язків між ними (рис. 2.2).

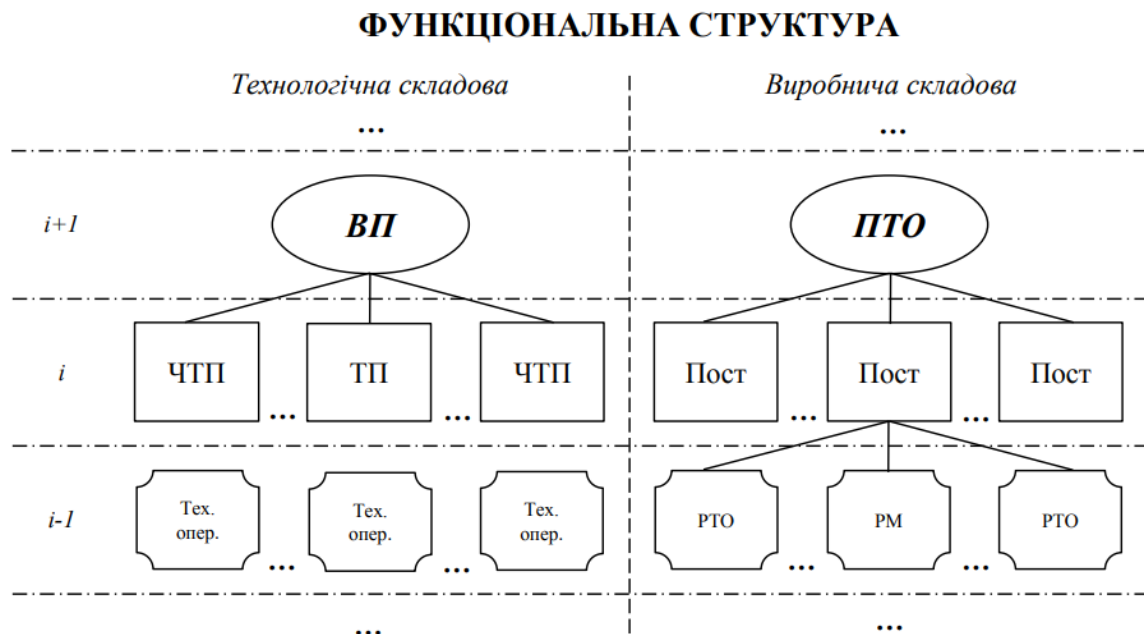


Рисунок 2.2 – Функціональна структура системи ТОР

Пункт технічного обслуговування (ПТО) – це територіально відокремлений підрозділ виробничої складової функціональної структури, який призначений для реалізації виробничого процесу.

Пост – це складова виробничої складової функціональної структури, де для виконання ТП або часткових технологічних процесів (ЧТП) знаходиться об'єкт обслуговування чи ремонту.

Робоче місце – елементарна одиниця виробничої складової, де для виконання робіт знаходяться об'єкти ТО, засоби дій на них та робітники.

Ремонтно-технологічне обладнання (РТО) – це засоби технологічного забезпечення, де знаходиться об'єкт ТО, засоби дії на нього і, при потребі, привід.

Аналіз ТО за допомогою системного підходу передбачає розрізнення контрольованих і неконтрольованих змінних, обмежень і критеріїв ефективності.

До керованих змінних відносять програму ТО, технології ТО, ремонтно-технологічне обладнання. Неконтрольовані фактори охоплюють насиченість ферм машинами, сезонний і стохастичний потік замовлень на технічне обслуговування та ймовірний вплив технологічних обмежень на тривалість техобслуговування. Обмеження включають вимоги до якості, своєчасності та тривалості обслуговування. До критеріїв ефективності відносяться тривалість технічного обслуговування, коефіцієнти використання робочого часу і фондів обладнання, питомі сукупні витрати на технічне обслуговування [24, 34, 35].

Вхідний потік замовлень на ТО залежить від зони обслуговування, наявних тракторів і середньої тривалості їх роботи. Закономірності включають нерівномірний потік замовлень протягом року та підвищення рівномірності з більш високою річною програмою обслуговування W_{TO} , що покращує використання потенціалу ПТО [36].

Виробнича складова функціональної структури ПТО залежно від спеціалізації може бути моно- або поліпредметною, моно- або політехнологічною. Вона взаємозалежна з технологічною складовою функціональної структури [24, 34, 35].

З метою досягнення відповідності між виробничою й технологічною складовими функціональної структури необхідно встановити залежності параметрів (кількості необхідного обладнання різних типів K_r , кількості постів K_p) і показників їх ефективності (тривалості T_{TP} , коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників η_u , обладнання різних типів η_r і постів η_p) і від кількості залучених виконавців u .

Для цього розроблена методика моделювання процесів ТО, яка передбачає такі етапи [37]:

- побудова невпорядкованої моделі ТП;
- визначення максимальної кількості робочих зон для працівників з урахуванням антропометричних даних людини, а також конструкції трактора;
- впорядкування моделі ТП – синтезу розкладу виконання операцій;
- розрахунок та аналіз параметрів і показників ефективності ТП.

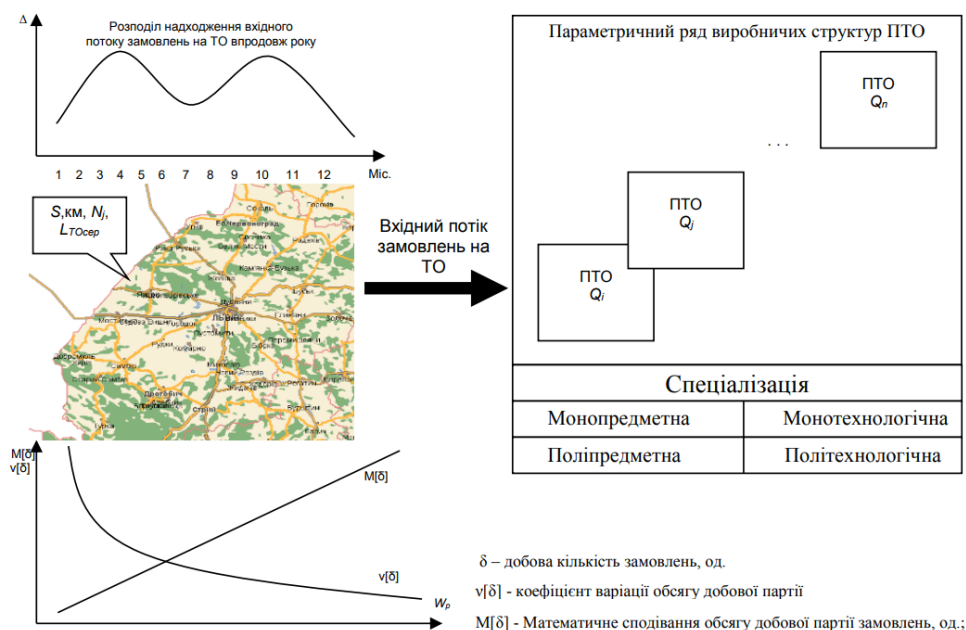


Рисунок 2.3 – Закономірності становлення вхідних потоків замовлень на ТО тракторів та обґрунтування виробничої бази ПТО для регіону

Розклад робіт між виконавцями формується за допомогою алгоритму структурного моделювання процесів обслуговування тракторів. Цей алгоритм мінімізує тривалість технологічного циклу при максимізації коефіцієнтів фондів їх робочого часу. Обмеження включають послідовне просторове розміщення операцій в одній робочій зоні, дотримання часових і міжопераційних зв'язків, мінімізацію втрат робочого часу працівників під час пересування між робочими зонами [38; 39]. Упорядкування передбачає розподіл елементарних технологічних операцій між працівниками з урахуванням часу, орієнтаційних співвідношень і визначених робочих зон.

Методологія дослідження розглядає ТП як взаємодію предметів праці, засобів праці та живої праці для досягнення кінцевого результату: підтримання трактора в працездатному або справному технічному стані.

2.2 Теоретичні дослідження технологічних процесів

Конструкторські рішення складальних робіт на підприємствах сільськогосподарського машинобудування значно впливають на загальну ефективність виробництва через великі габаритні розміри машин і дрібносерійність

виробництва [40]. Техніка автоматизованого проектування для обслуговування передбачає аналіз неупорядкованих і упорядкованих моделей [16, 17, 18, 20, 22].

Неупорядкована модель (зважений орієнтований граф $G_{ТП}(X_{ТП}, Y_{ТП})$) представляє можливу послідовність операцій, враховуючи конструкцію ремонтної установки, технологічні вимоги, можливості ЕТО та інструменти. Модель включає список операцій A , тривалість T , орієнтаційний R , міжопераційний B і просторовий Z зв'язок.

Співвідношення R вказують на конкретне РТО або використання інструменту. Тимчасові Часові міжопераційні зв'язки B визначають можливу послідовність виконання. Незалежні зв'язки дозволяють довільні або одночасні операції, тоді як залежні зв'язки передбачають послідовне виконання.

Просторові Z -відношення визначають розташування працівника під час роботи в робочих зонах, забезпечуючи безпеку та враховуючи антропометричні дані. Кількість робочих зон (K_z) залежить від розмірів об'єкта та рівня агрегації (рис. 2.4).

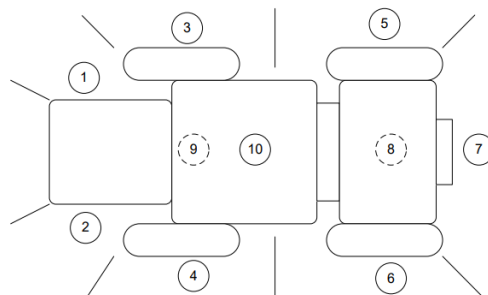


Рисунок 2.4 – Схема розміщення робочих зон в технологічному процесі

①, ②, ..., ⑪ – робочі зони.

Масиви A , T , R і Z , кожен розміром N (загальна кількість операцій ТП), визначають систему обслуговування. Тимчасові міжопераційні зв'язки B , описані матрицею інцидентності $N \cdot N$ орграфа $G_{ТП}(X_{ТП}, Y_{ТП})$, додатково характеризують систему.

Неупорядкована модель ТП визначає найважливіший динамічний показник – мінімальну тривалість процесу ($T_{\min}$), незалежно від конкретних режимів роботи ПТО або річної програми ТО/ремонт (W_p).

Упорядковані моделі ТП, встановлені для заданої продуктивності (Q_p),

встановлюють графіки ($\mathcal{S}$) для виконання ЕТО, посади робочих місць (S_f), графіки роботи працівників (S_u) і типи обладнання (S_r). Впорядкування процесів ТО, які виконують на стаціонарних постах, здійснюють методом адресації: спочатку задають значення кількості постів f , кількості робітників u і кількості обладнання кожного типу K_r , а далі – формують такий розклад $\mathcal{S}$ виконання ЕТО, який забезпечує мінімальну тривалість реалізації ТП.

Перехід від неупорядкованих моделей ТП до упорядкованих передбачає алгоритмічне моделювання з використанням правил вибору та розподілу операцій із масиву A . Оптимальний покроковий алгоритм пошуку для заданої тривалості ТП ($T_{ТП}$) починається з графіків виконання ЕТО на об'єкті ремонту (S_{qf}^{rat}) і ускладнює повний пошук усіх можливих робочих (S_{qu}^{rat}) та графіків обладнання (S_{qr}^{rat}), враховуючи значну кількість ЕТО та їх багатоваріантну послідовність виконання.

Для формування параметричних рядів виробничих структур ПТО використовуються евристичні алгоритми, що забезпечують раціональні графіки (S_{qf}^{rat} , S_{qu}^{rat} , S_{qr}^{rat}) для різних значень параметрів з урахуванням умов $f \leq N$, $u \leq K_z$ та стабілізують тривалість циклу.

Досвід проектування підкреслює структуру неупорядкованої моделі $G_{ТП}(X_{ТП}, Y_{ТП})$, яка однозначно визначає раціональні графіки S_{qf}^{rat} , S_{qu}^{rat} , S_{qr}^{rat} , що є основою для визначення T_u і розрахунку показників ефективності (η_f^{rat} , η_u^{rat} , η_r^{rat}).

Аналіз шаблонів індикаторів ефективності для різних ТП дозволяє сформулювати правило для оптимізації, незалежно від ефективності алгоритму упорядкування. Методологія дослідження використовує теорію графів та основи графіків [38, 39].

2.3 Теоретичні основи технологічних процесів технічного обслуговування

Перехід від неупорядкованої моделі процесу до упорядкованої, що має вирішальне значення в теорії проектування дискретного виробництва матеріалів, передбачає розгляд програми обслуговування (W_p). Упорядкована модель, графік, що відображає операції працівників і використання обладнання на конкретних

робочих місцях, забезпечує чітку послідовність операцій. Для кожної x -ї операції він включає місце виконання, час початку (eb_x), час завершення (ef_x) і потенційну затримку початку (lib_x).

Описуючи алгоритм упорядкування, давайте розглянемо просту неупорядковану тестову модель ТР - граф $G_{ТП} (X_{ТП}, Y_{ТП})$. $X_{ТП}$ представляє елементарні технологічні операції, а $Y_{ТП}$ позначає зв'язки між ними. Ця модель, враховуючи конструкцію машини, технології та можливості обладнання, визначає списки операцій, послідовності та розподіляє їх між робочими зонами. Кожна операція (a_x) із тривалістю (b_x) має відповідну характеристику підключення (r_x), що вказує на тип обладнання. Побудова неупорядкованої моделі ТП визначає життєво важливий динамічний показник ремонтпридатності – мінімальну тривалість процесу ($T_{m.n.min}$).

Задані масиви $A < a_1, a_2, \dots, a_n >$, що відповідають тривалості $T < t_1, t_2, \dots, t_n >$, орієнтації $R < r_1, r_2, \dots, r_n >$ та просторовим зв'язкам $Z < z_1, z_2, \dots, z_n >$, із залежними міжопераційними зв'язками, неупорядкована модель (рис. 2.5) встановлює можливу послідовність виконання операції — зображену як зважений орієнтований граф $G_{ТП}$.

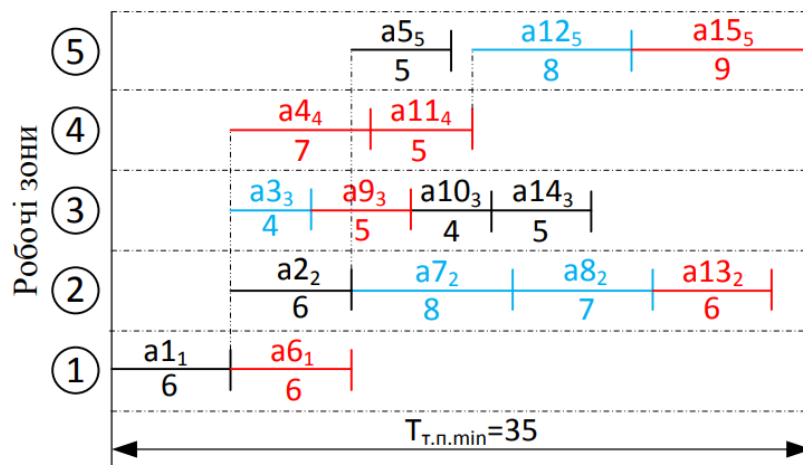


Рисунок 2.5 – Невпорядкована модель ТП: $a10_{z=3}^{r=1}$ – операція №10, що виконується першим типом обладнання ($r=1$) у робочій зоні №3 ($z=3$)

Тестова модель ТП включає п'ятнадцять операцій, три види обладнання та п'ять робочих зон (рис. 2.5). Матриця інцидентності ребер у графі $G_{ТП} (X_{ТП}, Y_{ТП})$ формально описує можливу послідовність операцій.

Критерієм розподілу операцій є продуктивність (Q), а на результат істотно впливає алгоритм упорядкування. Припускаючи, що оптимальні розклади можуть бути вичерпно отримані для сценаріїв кінцевого виробництва, алгоритм розрахунку проекту виконується послідовно:

1. Виберіть першу вихідну структуру елементарного виробництва $i=1$ ($S_{r1} = S_{r2} = S_{r3} = \dots = 1$ од.).
2. Встановіть $S_f = 1$ посада і $u = 1$ особа.
3. Одночасно сформувати графіки S_u , S_r і S_f .
4. Розрахувати тривалість ТП (T_{TP}), тривалість технологічного циклу (T_u) і продуктивність (Q). Для одного поста ($f = 1$) $T_{m.n.}$ збігається з T_c (визначаючи продуктивність $Q_{f=1}$).
5. Розрахувати необхідні виробничі площі (F), споживання ресурсів тощо.
6. Врахувати заробітну плату, вартість обладнання, ціни на електроенергію для визначення приведених і технологічних витрат.
8. Збільште к-сть робітників ($u := u + 1$) і поверніться до кроків 4-7.

На малюнках 2.6 і 2.7 показані графіки роботи для елементарної виробничої структури з одним ($S_{r1} = S_{r2} = S_{r3} = 1$ одиниця, $S_f = 1$ посада), двома і трьома працівниками.

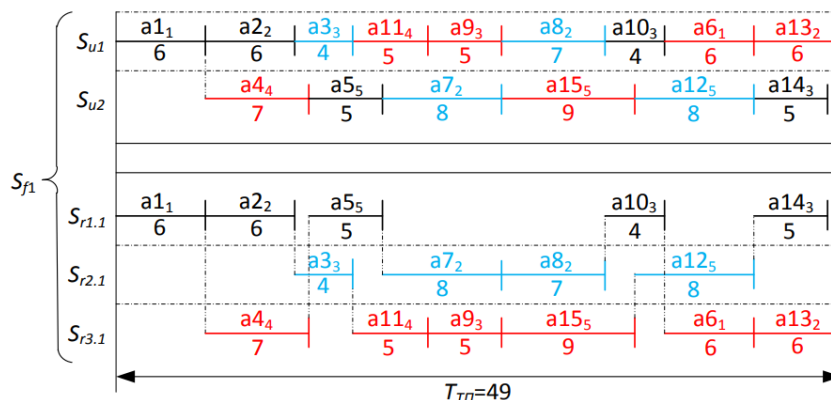


Рисунок 2.6 – Розклади виконання операцій над об'єктом праці S_f , двох робітників S_{u1} і S_{u2} та окремих j -х одиниць обладнання різних типів $S_{r,j}$

9. Якщо збільшення чисельності працівників не призводить до зменшення тривалості технологічного циклу (підвищення продуктивності праці), то переходять до збільшення кількості постів $S_f := S_f + 1$ і повертаються до кроків 3–8.

Збільшення кількості постів (S_f) дозволяє змінювати послідовність операцій з метою скорочення технологічного циклу (T_u) і підвищення продуктивності ($Q_{f=2} > Q_{f=1}$).

На рис. 2.8 наведено графіки для двох робітників ($u = 2$), двох постів ($f = 2$) і однієї одиниці кожного виду обладнання ($K_{r1} = K_{r2} = K_{r3} = 1$ од.).

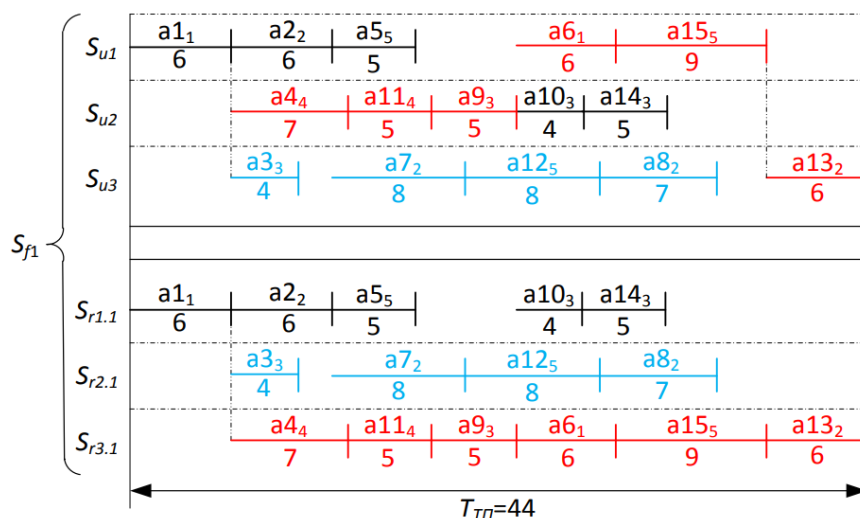


Рисунок 2.7 – Розклади виконання операцій над об'єктом праці S_{f1} , трьох робітників S_{u1} , S_{u2} і S_{u3} та окремих j -х одиниць обладнання різних типів $S_{r,j}$.

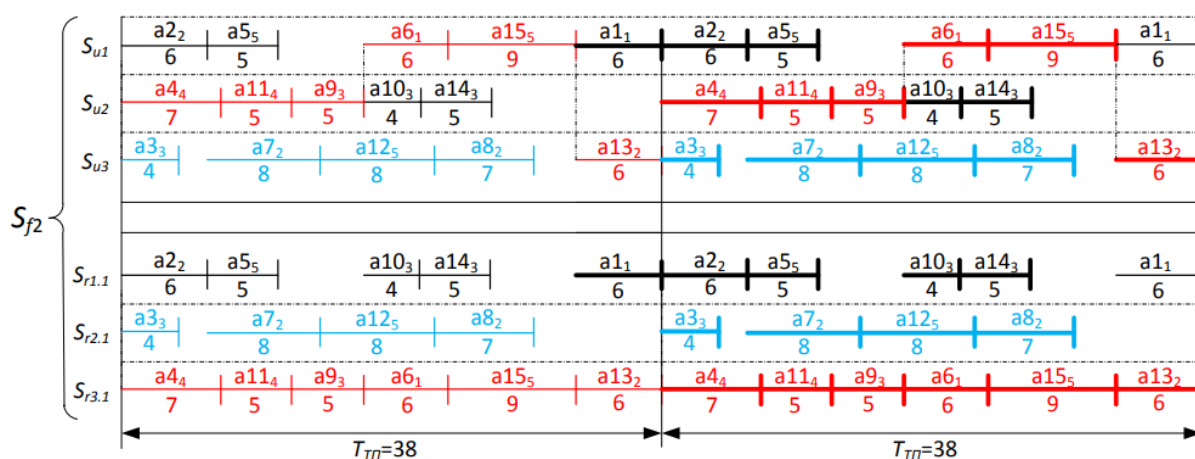


Рисунок 2.8 – Розклади виконання операцій на двох постах S_{f1} і S_{f2} , трьома робітниками S_{u1} , S_{u2} і S_{u3} та однією одиницею обладнання кожного типу $S_{r,j}$.

10. Якщо подальше зростання не підвищує продуктивність необхідно припинити збільшення посад.

Графіки для постів (S_f), робочих змін (S_u) та обладнання (S_r) взаємозалежні

(рис. 2.9) через спільний набір операцій (A) з невпорядкованої моделі $G_{ТП}(X_{ТП}, Y_{ТП})$.

Взаємозалежні графіки S_f , S_u та S_r виводяться за допомогою методу адресації на основі відомих значень кількості посад (f), кількості працівників (u) і типів обладнання (K_r). Ці значення взаємно визначаються для фіксованої тривалості циклу T_u і відповідної продуктивності Q_p .

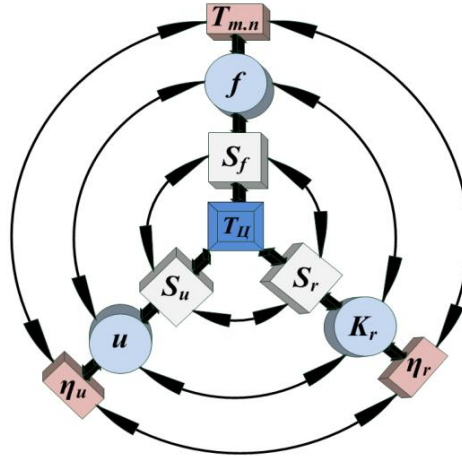


Рисунок 2.9 – Взаємозалежність параметрів і показників ефективності ТП ТО

Примітно, що, зберігаючи заданий Q_p , можна зменшити один параметр ТР ТО без зменшення інших. Ця гнучкість дозволяє досягти Q_p для різних співвідношень параметрів ТР ТО. Такі показники ефективності, як тривалість технологічного процесу ТТП, визначаються на основі побудованих графіків S_f , S_u , S_r для кожного варіанта структури виробництва.

1) тривалість технологічного процесу ТТП як інтервал часу від початку і до закінчення всіх технологічних дій:

$$T_{ТП} = f(\Theta, u, h, L) \quad (2.1)$$

2) коефіцієнт використання фондів робочого часу робітників

$$\eta_u = \frac{\sum t_u}{U \cdot T_{m.n}}, \quad (2.2)$$

Де $\sum t_u$ – загальна тривалість технологічних операцій ТО, які виконуються робітниками, хв.;

3) коефіцієнт використання фонду робочого часу обладнання r -го типу

$$\eta_r = \frac{\sum t_r}{K_r \cdot T_{m.n}}; \quad (2.3)$$

де $\sum t_r$ – загальна тривалість операцій, які виконуються обладнанням r -го

типу, хв.

Водночас основні показники ефективності ТП ТО, а саме коефіцієнти використання фондів часу постів η_f , робітників η_u і обладнання різних типів η_r , розраховують для відомого значення тривалості циклу $T_{\text{ц}}$ і для кожного з можливих співвідношень значень параметрів ТП ТО (а саме f , u і K_r), які її забезпечують, а тому ці показники ефективності є також взаємозалежними – покращання значень кожного з них можливе лише за умови непокращання

Таким чином, для заданої продуктивності Q_p вибір за фізичними критеріями (η_f , η_u і η_r) раціональної відміни ТП ТО (раціонального варіанта співвідношення між параметрами f , u і K_r) не є можливим. Із цією метою слід використати техніко-економічний критерій – річні приведені затрати на ТО

2.4 Розрахунку продуктивності стаціонарних постів

Проаналізувавши ОТС ТП які виконуються на ТЛ, вважали, що сума часткових програм, яка складає загальну програму, є const, тобто $W_1 + W_2 = W_k = \text{const}$. Нами показано, що загальна програма W_k для процесів, які виконуються на стаціонарних постах, є непостійна величина. Це пояснюється тим, що тривалість різних процесів T_1 і T_2 неоднакова, а тому для заданого річного фонду часу зміна однієї часткової програми W_1 непропорційно змінить іншу часткову програму W_2 , це необхідно враховувати під час розрахунку показників ОТС (рис. 2.10) [45; 111]

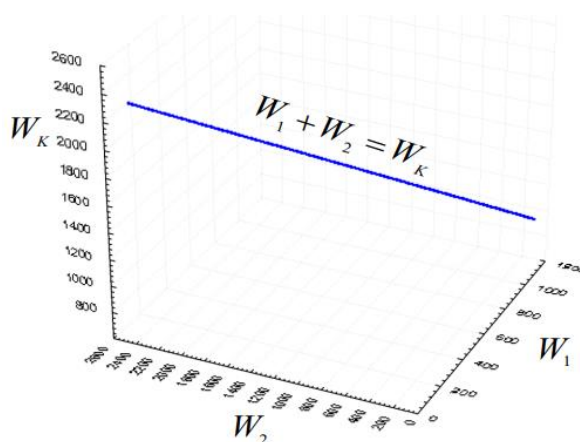


Рисунок 2.10 – Визначення загальної програми процесів, які виконуються на стаціонарних постах

$$Q_p \leq W_k; W_k = \text{var}, \quad (2.4)$$

де Q_p – продуктивність ПТО, од.; W_k – загальна програма ПТО, од.

$$W_1 + W_2 + \dots + W_n = W_k \rightarrow var, \quad (2.6)$$

$$W_1 \cdot T_1 + W_2 \cdot T_2 + \dots + W_n \cdot T_n = Q_P, \quad (2.7)$$

$$P_1 + P_2 = 1, \quad (2.8)$$

де $W_1 + W_2 + \dots + W_n$ – часткові програми різних ТО;

T_1, T_2, T_n – тривалість різних ТО; P_1, P_2 – емпіричні частоти.

Продуктивність постів для монопредметної монотехнологічної спеціалізації визначається за дефініцією:

$$Q_P^{TO_i} = \frac{\Phi_D}{T_{m.n}^{TO_i}}, \quad (2.9)$$

де Φ_D – дійсний фонд часу працівника, год;

$T_{m.n}^{TO_i}$ – тривалість технологічного процесу, год.

Тривалість всіх видів ТО за міжремонтний фазу буде:

$$T_{\text{Ц}}^{TO} = 8 \cdot T_{m.n}^{TO-2} + 4 \cdot T_{m.n}^{TO-3} + 3 \cdot T_{m.n}^{TO-3^{PP}} + T_{m.n}^{TO-3^{KP}}, \quad (2.10)$$

де $T_{\text{Ц}}^{TO}$ – тривалість технологічного циклу, год.

Продуктивність ПТО для різних варіантів поєднання у спільному потоці ТП ТО–2, ТО–3, ТО–3^{PP} і ТО–3^{KP} у разі дотримання структури міжремонтного циклу та з урахуванням к-сті тракторів N у зоні обслуговування за умови нормативного середньорічного напрацювання для монопредметної політехнологічної спеціалізації становитиме, од.:

$$Q_P^{TO-3^{KP}} = \frac{N \cdot Bp_{\text{сер}}}{L_{TO-3^{KP}}}, \quad (2.11)$$

$$Q_P^{TO-3^{PP}} = \frac{N \cdot Bp_{\text{сер}}}{L_{TO-3^{KP}}} - Q_P^{TO-3^{KP}}, \quad (2.12)$$

$$Q_P^{TO-3} = \frac{N \cdot Bp_{\text{сер}}}{L_{TO-3^{KP}}} - Q_P^{TO-3^{KP}} - Q_P^{TO-3^{PP}}, \quad (2.13)$$

$$Q_P^{TO-2} = \frac{N \cdot Bp_{\text{сер}}}{L_{TO-3^{KP}}} - Q_P^{TO-3^{KP}} - Q_P^{TO-3^{PP}} - Q_P^{TO-3}, \quad (2.14)$$

де N – кількість тракторів, од.;

$Bp_{\text{сер}}$ – середнє напрацювання тракторів за рік, мото–год;

$Q_P^{TO-3^{PP}}$ – продуктивність ТП ТО–3^{PP}, ТО/рік;

$Q_P^{TO-3^{KP}}$ – продуктивність ТП ТО–3^{KP}, ТО/рік;

Q_P^{TO-2} – продуктивність ТП ТО–2, ТО/рік;

Q_P^{TO-3} – продуктивність ТП ТО–3, ТО/рік;

Продуктивність ПТО за різними видами ТО являє суму:

$$Q_P^{TO-2} + Q_P^{TO-3} + Q_P^{TO-3^{PP}} + Q_P^{TO-3^{KP}} = Q_P^{ПТО}$$

2.5 Обґрунтування спеціалізації стаціонарних постів

Багатопредметна спеціалізація має вирішальне значення для ефективного технічного обслуговування, заснованого на дослідженні ОТС ТП. Організаційно-технологічна сумісність (ОТС), визначаючи сумісність при поєднанні ремонту та обслуговування різних ТП, спирається на конструктивну схожість і технологічну гнучкість. Вказується як на необхідні, так і на достатні умови їх інтеграції.

Порівняння річних витрат на одно- та багатосуб'єктне обслуговування ТП підтверджує доцільність їх об'єднання. ТО тракторів може відбуватися в сумісному потоці (політехнологічна спеціалізація) або спеціалізованому ПТО (монотехнологічна спеціалізація). Спеціалізація виправдовується шляхом порівняння витрат; сумісність існує, якщо витрати спільного потоку нижчі, а несумісність, якщо вищі (рис. 2.11).

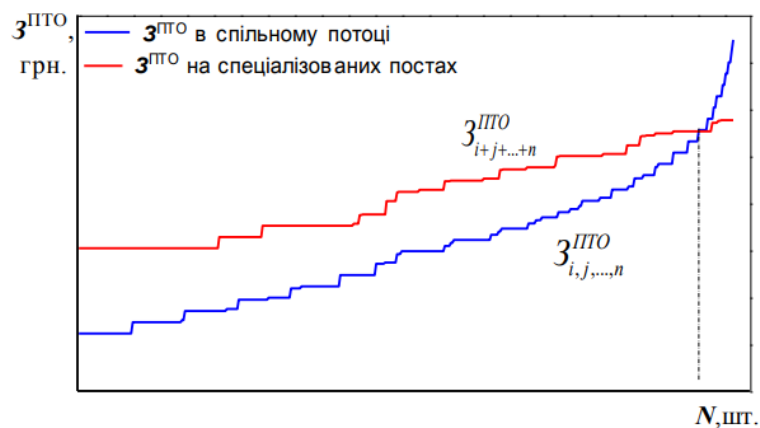


Рисунок 2.11 – Витрати на проведення монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації

На рис. 2.11 прийняті позначення: $z_{i,j,...,n}^{ПТО} < z_{i+j+...+n}^{ПТО}$ – сумісність процесів ТП ТО або застосування монопредметної політехнологічної спеціалізації; $z_{i,j,...,n}^{ПТО} > z_{i+j+...+n}^{ПТО}$ – несумісність процесів ТП ТО або застосування монопредметної монотехнологічної спеціалізації.

Затрати ПТО на спеціалізованих постах (монопредметна монотехнологічна спеціалізація) складатимуть:

$$z_i^{\text{ПТО}} + z_j^{\text{ПТО}} + \dots + z_n^{\text{ПТО}} = z_{i+j+\dots+n}^{\text{ПТО}}, \quad (2.16)$$

де $z_i^{\text{ПТО}}, z_j^{\text{ПТО}}, \dots, z_n^{\text{ПТО}}$ – затрати певного виду ТП ТО.

Відмінність затрат ПТО при

$$z_{i,j,\dots,n}^{\text{ПТО}} - z_{i+j+\dots+n}^{\text{ПТО}} = \Delta z^{\text{ПТО}}, \quad (2.17)$$

де $z_{i,j,\dots,n}^{\text{ПТО}}$ – – затрати ПТО монопредметної політехнологічної спеціалізації;

$z_{i+j+\dots+n}^{\text{ПТО}}$ – – затрати ПТО монопредметної монотехнологічної спеціалізації.

Висновки до розділу 2

1. Розроблено метод розрахунку параметрів процесу ТО та показників ефективності на основі теорії графів з урахуванням таких структурних особливостей, як послідовність операцій та розміщення робочої зони.

2. Запропонований метод аналізу для стаціонарних постів у технічному обслуговуванні ТП враховує непропорційність у часткових змінах програми, що призводить до змінної загальної програми ТО.

3. Застосування даної методики до процесів ТО тракторів ХТЗ підвищило точність показників ОТС для різних рівнів навантаження ПТО та окремих виробничих структур ПТО загалом.

4. Виробнича структура ПТО залежить від моно- або багатопредметної спеціалізації та моно- або політехнологічних видів обслуговування, що обґрунтовується аналізом організаційно-технологічної сумісності різних ТП у спільному потоці.

РОЗДІЛ 3.

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Загальна методологія досліджень

Дослідження з використанням моделювання ТП ТО, аналізує КТБ тракторів ХТЗ. Робочі зони окреслено на основі антропологічних даних, по одному працівнику на зону та одній операції на робітника. Вибір РТО враховує критерії технічного рівня та рекомендації заводу-виробника.

Тривалість ремонтних робіт визначається методами хронометражу та типовими нормами часу. Невпорядковані моделі ТП ТО відображають послідовність операцій у визначених робочих областях.

Імітаційне моделювання включає змінну кількість працівників і постійне обладнання/посади, зміну працівників/обладнання та змінну кількість усіх. Він визначає мінімальну тривалість ТП для різних моделей.

Вибір раціональних відмінностей схем технологічних процесів обґрунтовує різні структури виробництва. Результати показують структуру виробництва ПТО із різною кількістю працівників u , але незмінними посадами f та основного РТО K_r .

Для кожного параметричного ряду раціональна продуктивність ($Q_{p \text{ rat}}$) збігається з максимальною ($Q_{p \text{ max}}$). Примітно, що у значеннях $Q_{p \text{ max}}$ відсутні прогресії, і аналіз показує цінну регулярність для оперативного управління технічним обслуговуванням ТР.

У світлі стохастичних потоків замовлень дослідження рекомендує скоригувати кількість працівників, щоб запобігти падінню ефективності під час зниження попиту. Кількісна оцінка ефективності використовує дискретний аналіз стану, представлений геометричною діаграмою або графіком станів, що включає ймовірності стану (P_i).

3.2 Методика вибору ремонтно-технологічного обладнання

При ремонті ТП людина використовує для роботи РТО, а технологічне обладнання підтримує процес, зокрема преси, верстати, випробувальні стенди тощо [41]. РТО для машиноремонтних операцій значно відрізняються за параметрами та

технічними показниками [42].

Параметри, головні або основні, характеризують властивості продукту. Основний параметр повністю відображає технічні властивості виробу і залишається незмінним при технічних вдосконаленнях. При виборі обладнання для ТП важливо проаналізувати його технічний рівень.

Чотири методи визначають технічний рівень: диференціальний, комплексний, змішаний та індексний. Диференціальний метод передбачає визначення техніко-економічних параметрів і класифікацію їх на групи показників якості:

- показники призначення: продуктивність, вантажопідйомність, встановлена потужність, рівень механізації, габарити, маса та ін.;

- показники надійності: напрацювання на відмову T_O , середній час відновлення працездатності T_B , середній термін служби, гарантійний термін, коефіцієнт готовності $T_G = T_O / (T_O + T_B)$; коефіцієнт технічного використання $T_{T.B} = K_T \cdot t_d / t_H$, де t_H – номінальний фонд робочого часу; $t_d = t_H - t_{TO}$ – дійсний фонд робочого часу; t_{TO} – час планових технічних обслуговувань;

- показники економного використання ресурсів: продуктивність одиниці площі ($m^2/од.$ головного параметра), питома площа, питома витрата тепла, електроенергії ($kВт \cdot год/од.$ головного параметра), стисненого повітря ($m^3/год /од.$ головного параметра);

- показники технологічності: енерго- і трудомісткість виготовлення, питома маса ($кг/од.$ головного параметра);

- показники транспортабельності: середня тривалість підготовки до транспортування;

- ергономічні та естетичні показники оцінюються за п'ятибальною шкалою:

$$K_{ee} = \frac{1}{u} \sum_{i=1}^u q_i, \quad (3.1)$$

де u – кількість експертів; q_i – оцінка i -го експерта;

- показники стандартизації та уніфікації:

коефіцієнт застосовуваності:

$$K_3 = (n - n_O) / n \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де n – загальна кількість типорозмірів складових частин виробу;

n_0 – кількість типорозмірів оригінальних складових частин;

коефіцієнт повторюваності – відношення повторюваних складових частин виробу до загальної кількості його складових частин:

$$K_{II} = (N - n) / (N - 1) \cdot 100\%, \quad (3.3)$$

де N – загальна кількість складових частин у виробі (без врахування стандартних, кріпильних, електромонтажних деталей та деталей тари);

– *патентно-правничі* показники:

показник патентного захисту виробу в Україні:

$$\Pi_3' = \sum_{i=1}^3 \kappa_i' N_i' / N, \quad (3.4)$$

де s_i – кількість груп значущості; κ_i' – коефіцієнт вагомості складових частин, що захищені авторськими свідоцтвами;

N_i – кількість складових частин виробу, які захищені авторськими свідоцтвами; N – загальна кількість складових частин виробу;

показник захисту виробу патентами за кордоном:

$$\Pi_3'' = \delta \sum_{i=1}^3 \kappa_i'' N_i'' / N, \quad (3.5)$$

де δ – коефіцієнт, який залежить від кількості країн, в яких отримані патенти для експорту виробу;

загальний показник патентного захисту виробу $\Pi_3 = \Pi_3' + \Pi_3''$;

показник патентної чистоти вказує на можливість вільної реалізації виробу в Україні та за кордоном і розраховується за формулою

$$\Pi_q = (N - \sum_{i=1}^3 \kappa_i N_i) / N, \quad (3.6)$$

де N_i – кількість складових частин виробу (за групами значущості), які підлягають дії патентів даної країни;

κ_i – коефіцієнт вагомості кожної групи;

– *екологічні* показники;

– *показники безпеки*: рівень звукової потужності, логарифмічний рівень вібростійкості;

3) визначення коефіцієнтів вагомості m для кожної групи показників (сума коефіцієнтів вагомості для всіх груп повинна дорівнювати одиниці);

4) вибір показників для кожної групи параметрів: ремонтпридатності, показників надійності, показників ергономічності, показників технологічності та комплексу стандартів ЕСТПП;

5) визначення коефіцієнтів вагомості h_i для всіх показників кожної групи (сума коефіцієнтів вагомості для всіх показників у межах групи повинна дорівнювати одиниці);

6) вибір значень показників базового взірця (аналога). Під час вибору значень показників аналога можна використати метод, запропонований професором Т.Л. Кальбусом. Згідно з цим методом аналогу надавались "найкращі" значення окремих показників;

7) розрахунок відносного показника якості i -го параметра j -ої групи за формулами:

$$q_i^j = P_{ia}^j / P_i^j, \quad (3.7)$$

$$q_i^j = P_i^j / P_{ia}^j, \quad (3.8)$$

де P_i^j – абсолютне значення i -го показника якості виробу в j -ій групі;

P_{ia}^j – абсолютне значення i -го показника якості аналога в j -ій групі.

Формула (3.7) використовується в тому разі, коли для показника аналога вибрано мінімальне значення, а формула (3.8) у тому разі, коли для показника аналога вибрано максимальне значення з-поміж показників якості виробів, що розглядаються;

8) розрахунок відносного показника якості j -ої групи за формулою:

$$K_j = \sum_{i=1}^n h_i q_i^j, \quad (3.9)$$

де n – кількість окремих показників в j -ій групі;

9) розрахунок узагальненого коефіцієнта технічного рівня виробу за формулою:

$$K_{TP} = \sum_{j=1}^P m_j K_j, \quad (3.10)$$

Для технічного обслуговування слід рекомендувати таке обладнання,

значення узагальненого коефіцієнта технічного рівня якого є найвищим.

3.3 Методика нормування операцій

Метою ремонтно-технічного нормування є встановлення ефективних норм часу, що забезпечують високу продуктивність праці при дотриманні вимог якості.

Об'єкти нормування включають різні елементи в структурі кожної операції (ТО або ЕТО):

Перехід: виконується на тій же поверхні, тим же інструментом і в постійному режимі. Прохід: повторна частина переходу з одноразовим переміщенням ріжучого інструменту по одній поверхні. Прийом: частина пропуску, що характеризується закінченим рухом працівника з певною метою.

Трудовий рух: частина прийому, що включає рух рук працівника або самого працівника. Вибір об'єкта нормування залежить від мети, причому основними об'єктами є ТО або ЕТО.

Методи нормування. Емпірико-статистичний: базується на досвіді оцінювача та статистичних даних про аналогічну роботу.

Порівняння: порівнює трудомісткість з нормованими роботами та роботами з розробленими нормами часу.

Розрахунково-аналітичний: використовує формули, що пов'язують тривалість технічного обслуговування з параметрами та режимами роботи.

Аналітично-дослідний: передбачає зйомку робочого дня на найвищу точність. Фотографування: постійне спостереження за всіма витратами часу протягом періоду.

Хронометраж: відстежує продуктивний час, витрачений на обслуговування або конкретну роботу. Хронометраж: безперервний, вибірковий та циклічний.

На кожну операцію заповнюється табель обліку робочого часу, в якому записуються відомості про обладнання, інструмент, кваліфікацію працівників, умови праці. У хронокартах належить вказати всі переходи, комплекси прийомів, прийоми, дії, рухи, що входять до складу ТО.

Для визначення компонентів операції вибираються фіксовані точки

(початок і закінчення складових ТО) та зовнішні характеристики.

Спостереження за хронометражем повинні починатися не раніше ніж через 60 хвилин після початку зміни і закінчуватися не пізніше ніж за 60 хвилин до її закінчення з урахуванням фізичного і психічного стану працівника. Працівники, які беруть участь у спостереженні, повинні бути проінформовані про його мету.

Статистичне опрацювання результатів експерименту:

– розрахунок коефіцієнту стійкості хроноряду як відношення найбільшого t_{max} та найменшого t_{min} замірів:

$$k_{cm} = t_{max} / t_{min} , \quad (3.11)$$

– фактичний коефіцієнт стійкості порівняти з нормативним.

$$\text{Якщо виконується нерівність:} \quad k_{cm} \leq k_{cm.n} , \quad (3.12)$$

то ряд вважається стійким.

Після отримання необхідної кількості вимірювань тривалості обслуговування та його складових необхідно провести статистичну обробку результатів експерименту. Якщо умова (3.12) не виконується, що вказує на нестабільність, одне екстремальне вимірювання відкидається, а перевірка стабільності повторюється. Якщо більше 30 % членів серії відхилено, необхідні додаткові спостереження за часом, щоб виконати мінімально необхідні вимірювання.

З метою визначення середньої тривалості хроноряду можна використати метод корегованої середньої:

1) розрахувати середнє математичне значення хроноряду

$$t_{cp} = \sum_{i=1}^n t_i / n , \quad (3.13)$$

де t_i – i -е значення хроноряду, с;

n – кількість членів хроноряду;

2) усі значення хроноряду, які були більші або менші на 30% від середнього арифметичного, відкинути;

3) виходячи з тих значень хроноряду, що залишились, розрахувати нове значення середнього математичного, що називають корегованою середньою t^* .

Оскільки, окрім ТО, об'єктами хронометражу можуть бути переходи,

прийоми, трудові рухи, то за результатами хронометражу тривалість ТО розраховують за формулою

$$t_{TO} = \sum_{i=1}^n t_i^* , \quad (3.14)$$

де t_i^* – тривалість i -ої складової ТО;

n – кількість складових ТО.

Фотохронометраж поєднує індивідуальну фотозйомку з диференційованими вимірюваннями елементів оперативного часу. Робочий час поділяється на нормований (продуктивний) і ненормований (непродуктивний) час, пов'язаний з організаційними чи дисциплінарними питаннями.

4) Технічна норма часу. Весь робочий час поділяють на нормований і ненормований. Нормований (стандартний) час поділяють на:

- Основне технічне обслуговування (T_O): час зміни форми, розмірів або властивостей об'єкта ремонту.
- Допоміжні ($T_{ДОП}$): час на дії, що підтримують основну роботу.
- Оперативний ($T_{ОП}$): час, безпосередньо витрачений на виконання операції.
- Додатковий ($T_{ДОД}$): час на обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби, розрахований у відсотках (K) від робочого часу.
- Штучний ($T_{ШТ}$): час, необхідний для кожної деталі:

$$T_{ШТ} = T_O + T_{ДОП} + T_{ОП} + T_{ДОД} = T_{ОП} + T_{ДОД} , \quad (3.17)$$

- Підготовчо-заклучний ($T_{ПЗ}$): час на прийом замовлення, ознайомлення, обробку інструменту, витрачається один раз на всю партію.

- Технічно обґрунтований норматив часу (T_H): час, необхідний для виконання конкретної роботи в певних умовах з урахуванням раціонального використання трудових ресурсів і участі досвідчених працівників.

$$T_H = T_O + T_{ДОП} + T_{ОП} + T_{ДОД} + (T_{ПЗ} / n) , \quad (3.17)$$

3.4 Методика синтезу та аналізу технологічної і виробничої структури процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ

3.4.1 Побудова невпорядкованої моделі процесу

Структура ТП відноситься до тривалості операцій та їх взаємозв'язку, що

визначається властивостями КТБ. Технологічна операція – це окрема частина, яка виконується одним виконавцем на одному робочому місці з використанням одних і тих самих інструментів за певним предметом. Поняття елементарної технологічної операції (ЕТО) введено у зв'язку з непередбачуваністю роботи на кожному робочому місці при проектуванні ТП. ЕТО – це фізично завершені, конструктивно і технологічно неподільні компоненти, що характеризуються тривалістю і послідовністю [43, 44, 45].

Міжопераційні зв'язки, сформовані конструкцією об'єкта ТО, технологічними можливостями і технічними засобами, включають в себе часово-просторові зв'язки і вказівки, що вказують на тип обладнання.

Структуру ілюструють невпорядковані моделі ТП, представлені у вигляді зважених орієнтованих графів ($G_{mn}(X_m, U_m)$), де X_m – множина вершин, яка відповідає множині ЕТО, а U_m – множина ребер. Кожне ребро на графіку (G_{mn}) має такі характеристики, як тривалість ЕТО (B_m) і тип обладнання (R_m) [19, 20, 22].

Однорідні ТП мають однакову тривалість ЕТО, незалежні міжопераційні зв'язки та однаковий тип обладнання – рівновекторні одноярусні вільної орієнтації.

Гетерогенні ТП включають ЕТО різної тривалості з незалежними (нерівновекторна одноярусна вільної орієнтації) або залежними (нерівновекторна багатоярусна вільної орієнтації) міжопераційними з'єднаннями та однаковим або різними типами обладнання. Нерівновекторна багаторівнева спрямована орієнтація, поширена в обслуговуванні, включає ЕТО різної тривалості з залежними міжопераційними зв'язками та різними типами обладнання.

Моделі структури обслуговування ТП є невпорядкованими та не залежать від організаційного режиму ПТО. На підставі невпорядкованої моделі ТП розраховують динамічні показники об'єкта:

мінімально можливого часу обслуговування $T_{тц}$;

доступності – характеризує середнє значення доступності до складальних одиниць об'єкта ремонту

$$k_{\partial c.\partial} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n T_{i,j}}{2 \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{i=1}^n T_{i,j} + T_{i,m}}, \quad (3.19)$$

де j – порядковий номер рівня моделі конструкції;

m – загальна кількість рівнів в моделі конструкції;

i – порядковий номер складальної одиниці на j -му рівні;

$T_{i,j}$ – тривалість відокремлення i -ої складальної одиниці, яка розташована на j -му рівні моделі конструкції;

легкознімності – характеризує середнє відхилення від еталонного значення тривалості відокремлення складальної одиниці

$$k_{л.\partial} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \left(1 - \frac{\Delta T_i}{T_i}\right), \quad (3.20)$$

де L – загальна кількість вузлів і деталей;

T_i і ΔT_i – відповідно середній операційний час і максимальне відхилення від середнього часу від'єднання першої складальної одиниці;

розбірності – характеризує співвідношення мінімально можливого часу розбирання об'єкта ремонту і часу його розбирання одним робітником

$$k_{pc.\partial} = 1 - \frac{T_{\min}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n T_{i,j}}, \quad (3.21)$$

механізованості – це відношення тривалості всіх ЕТО, що виконуються механізованим інструментом T_{ij}^{mex} , до сумарної тривалості всіх ЕТО ТП:

$$k_{mex.\partial} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n T_{i,j}^{mex}}{\sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^n T_{i,j}}, \quad (3.22)$$

діагностованості, регульованості, обслуговуваності – характеризують пристосованість об'єкта ремонту до проведення операцій діагностування, регулювання та технічного обслуговування

$$k_{\partial z.\partial} = \frac{1}{L_{\partial z}} \frac{\sum_{i=1}^{L_{\partial z}} T_{\partial z.i}}{\left[\sum_{i=1}^{L_{\partial z}} T_{\partial z.i} + \sum_{i=1}^{L_{\partial z}} T_{\partial z.\partial.i} \right]}, \quad (3.23)$$

$$k_{pz.\partial} = \frac{1}{L_{pz}} \frac{\sum_{i=1}^{L_{pz}} T_{pz.i}}{\left[\sum_{i=1}^{L_{pz}} T_{pz.i} + \sum_{i=1}^{L_{pz}} T_{pz.\partial.i} \right]}, \quad (3.24)$$

$$k_{ob.\partial} = \frac{1}{L_{\partial z}} \frac{\sum_{i=1}^{L_{ob}} T_{ob.i}}{\left[\sum_{i=1}^{L_{ob}} T_{ob.i} + \sum_{i=1}^{L_{ob}} T_{ob.\partial.i} \right]}, \quad (3.25)$$

де $L_{\partial z}$, L_{pz} , L_{ob} – кількість деталей та вузлів, що не вимагають часткового розбирання під час проведення операцій діагностування, регулювання та ТО;

$T_{\partial z.i}$, $T_{pz.i}$, $T_{ob.i}$ – тривалість операцій діагностування, регулювання та ТО;

$T_{\partial z.\partial.i}$, $T_{pz.\partial.i}$, $T_{ob.\partial.i}$ – тривалість додаткових операцій під час діагностування, регулювання та ТО.

3.4.2 Впорядкування моделі технологічного процесу

Оптимізація моделі ТП узгоджує її з організацією роботи ПТО, розподіляючи ЕТО на робочі місця технологічних позицій на основі міжопераційних відносин. Умовами розподілу є мінімізація тривалості циклу $T_{\text{т.ц}}$, кількості робітників (u), різних видів ремонтно-технологічного обладнання (K_z).

Математична формалізація полягає у побудові матриці інцидентності ребер графа ($G_{mn} (X_m, U_m)$), заданні масиву тривалостей ЕТО та масиву орієнтаційних зв'язків R .

Матриця інцидентності симетрична відносно головної діагоналі і вимагає лише координат нижче головної діагоналі. Результатом впорядкування є графік виконання ЕТО, графіки робітників і використання обладнання. Розпис визначав місце виконання будь-якої x -ої ЕТО ТП, момент її початку $eb(x)$, закінчення $ef(x)$, можливу затримку початку її виконання $lib(x)$ (рис. 3.1).

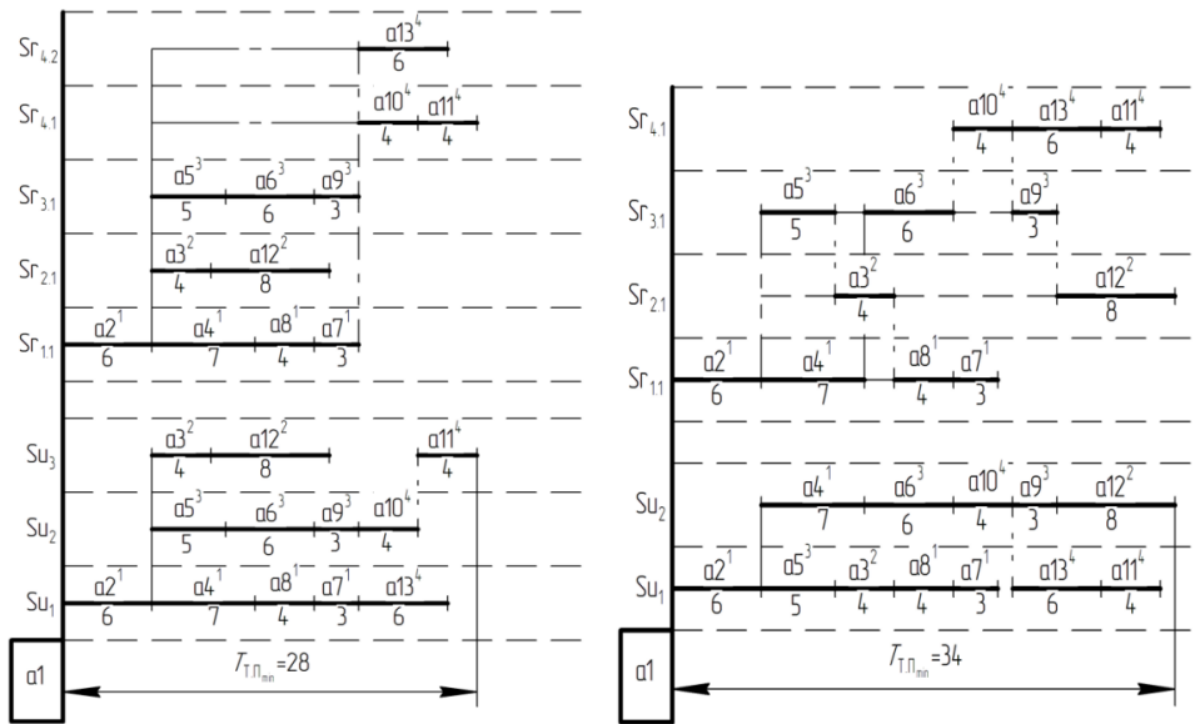


Рисунок 3.1 – Приклад моделі впорядкованої структури ТП ТО:

S_u – розклад праці u робітника; S_r – розклад виконання операцій обладнанням r типу; $a_1, a_2, \dots, a_n$ – вид операції; $1, 2, 3, \dots, n$ – тривалість операції.

Упорядкована структура ТП визначається кількістю технологічних посад (f), робочих місць ($K_{p.m}$), різних типів обладнання (K_c), їх взаємним розташуванням і чисельністю робітників (u). Якщо f , $K_{p.m}$, K_c і продуктивність (Q_p) є основними параметрами, кількість робітників (u) може відрізнятися від кількості робочих місць ($K_{p.m}$). Сучасні ремонтні процеси часто мають менше працівників, ніж робочих місць, щоб збалансувати навантаження та збільшити використання часу.

Кількість постів (f) відповідає одночасно об'єктам технологічного циклу, кожен з яких являє собою технологічну позицію з певними діями, що виконуються на одному об'єкті протягом його тривалості. Технологічна посада ширше робочого місця, оскільки може включати кілька робочих місць, але тільки один об'єкт обслуговування.

За результатами впорядкування розраховують такі показники ефективності ТП:

коефіцієнт використання фонду часу об'єкта обслуговування:

$$\eta_f = \frac{1}{f} \sum_{i=1}^f \left[\frac{1}{l} \sum_{j=1}^l \left(\frac{1}{\tau} \sum_{x=1}^s b_{i,x}^j \right) \right], \quad (3.26)$$

де $b_{i,x}^j$ – тривалість x -ої ЕТО, яка виконується на j -му робочому місці i -ої технологічної позиції; $i=1,2,\dots,f$; $j=1,2,\dots,l_i$;

s – кількість ЕТО, які виконуються на j -му робочому місці i -ої технологічної позиції;

l – кількість робочих місць i -ої технологічної позиції, на яких виконується хоча б одна ЕТО;

коефіцієнт використання фондів робочого часу робітників, які зайняті в ТП:

$$\eta_u = \frac{\sum_{c=1}^u \left(\sum_{x=1}^{s_c} b_{u,x}^c \right)}{u \tau} = \frac{\sum_{c=1}^u Y_u^c}{u \tau}, \quad (3.27)$$

де $b_{u,x}^c$ – тривалість x -ої ЕТО, яка виконується c -им робітником, $x = 1,2,\dots,s_c$;

s_c – кількість ЕТО, які виконуються c -им робітником;

Y_u^c – сумарна тривалість ЕТО, які виконуються c -им робітником;

коефіцієнт використання фонду робочого часу обладнання r -го типу:

$$\eta_r = \frac{\sum_{c=1}^{k_r} \left(\sum_{x=1}^{s_r} b_{r,x}^c \right)}{K_r \tau} = \frac{\sum_{c=1}^{k_r} Y_r^c}{K_r \tau}, \quad (3.28)$$

де $b_{r,x}^c$ – тривалість x -ої ЕТО, яка виконується c -ою одиницею обладнання r -го типу, $x = 1,2,\dots,s_r$;

s_r – кількість ЕТО, які виконуються c -ою одиницею обладнання r -го типу;

Y_r^c – сумарна тривалість ЕТО, які виконуються c -ою одиницею обладнання r -го типу;

Коефіцієнти η_f , η_u , η_r можуть набувати значень з інтервалу $[0,1]$.

3.5 Методика вибору раціональних технологічних схем процесу

Аналіз усіх можливих ТР виявляє проблеми у виборі конкретного значення Q_p виключно на основі фізичних критеріїв. Цьому сприяють два ключові фактори:

1) різні фізичні критерії можуть ідентифікувати різні оптимальні ТП.

2) покладання на один критерій може призвести до кількох раціональних ТП.

Щоб подолати ці проблеми, призначте вагові коефіцієнти для всіх фізичних критеріїв і визначте раціональний ТП для відомого значення на основі розрахунку частини сукупних технологічних витрат ΣZ , що відносяться до витрат на ТО різних типів ТО тракторів ХТЗ.

$$\Sigma Z = Z_{\text{ПТО}} + Z_{\text{ТО}}, \quad (3.29)$$

де ΣZ – загальні витрати на ТП ТО, грн;

$Z_{\text{ПТО}}$ – витрати ПТО на ТО трактора, грн;

$Z_{\text{ТО}}$ – витрати на вид ТО трактора, грн.

$$Z_{\text{ПТО}} = u \cdot Z_u + \left[\sum_{r=1}^R K_r \cdot C_r \cdot (E'_n + A_r) \right] + Z_{\text{ПВ}}, \text{ грн}, \quad (3.30)$$

де u – кількість працівників, чол.;

Z_u – заробітна плата одного працівника за рік, грн;

K_r – кількість обладнання r -го типу, од.;

C_r – ціна одиниці обладнання r -го типу, грн;

E'_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

A_r – коефіцієнт амортизаційних відрахувань r -го типу обладнання;

$Z_{\text{ПВ}}$ – постійні витрати на обслуговування виробничого процесу (пункту ТО), грн;

$$Z_{\text{ПВ}} = Z_{\text{опал.}} + Z_{\text{елек.}} + Z_{\text{вод.}}, \quad (3.31)$$

$$Z_{\text{ТО}} = B_{\text{сил.елек.}} + B_{\text{нал.-мас.}} + B_{\text{зап.част.}} + B_{\text{тех.вод.}} + B_{\text{мийоч.роз.}}, \text{ грн}, \quad (3.32)$$

$$C_{\text{ПТО}} = \frac{Z_{\text{ПТО}}}{Q_p}, \text{ грн.} \quad (3.33)$$

$$C_{\text{ПТГ}} = \frac{\Sigma Z}{Q_p}, \text{ грн.} \quad (3.34)$$

Планування РТО передбачає організацію виробництва, розміщення обладнання, мереж, проходів тощо. Розробка планових рішень має вирішальне значення, враховуючи організацію та взаємозв'язки всередині виробничого процесу. Виробничу площу ПТО визначаємо за формулою:

$$F_{дiл.} = \left(\sum F_{об.} + F_{трак.} \right) \cdot \kappa_s, \text{ м}^2, \quad (3.35)$$

де $\sum F_{об.}$ – сумарна площа підлоги ПТО, яку займає технологічне обладнання м^2 ;

$F_{трак.}$ – площа трактора, м^2 ;

κ_s – перехідний коефіцієнт, який враховує переходи, робочі зони, проїзди, $\kappa_s = 5,0$.

Провівши розрахунок площі ділянки, можна визначити її об'єм, м^3 :

$$V_{дiл.} = F_{дiл.} \cdot h, \quad (3.36)$$

Для оцінки теплотехнічних показників і оцінки потреби в опаленні використовується питома теплова характеристика q_v , яка представляє тепловтрати 1 м^3 будівлі за годину при різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря в 1°C .

$$q_v = 0,37 + \frac{1}{h}, \quad (3.37)$$

де h – висота будинку, м.

Попередній розрахунок $\sum Q$ тепловтрат ПТО з використанням q_v можна здійснити за формулою

$$\sum Q = a \cdot q_v (t'_e - t_s) \cdot V, \quad (3.38)$$

$$a = 0,54 + \frac{22}{t_e - t_s}; \quad (3.39)$$

де a – коефіцієнт, що враховує вплив різниці температур $(t_e - t_s)$;

V – об'єм будівлі за зовнішніми обмірами, м^3 ;

t'_e – середнє значення температури повітря в приміщенні ПТО, приймається рівним t_e ($t_e = 16^\circ\text{C}$).

З технічної характеристики вибраного нами стандартного двоконтурного котла необхідної нам потужності отримаємо показник середньодобової витрати газу.

Освітленість робочих місць відповідає ДБН (ДБН В.2.5–28–2006) з мінімальною освітленістю 300-500 лк для зорових робіт IV категорії.

Розрахунок штучного освітлення проводимо для розрахованої площі ПТО.

Розрахунки за допомогою методу світлового потоку використовуються для визначення необхідної кількості ламп для виділеної зони ВВП для досягнення стандартизованого рівня освітленості.

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, \quad (3.41)$$

де F – світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк; $E=300$ Лк;

S – площа освітлюваного приміщення, м²;

Z – відношення середньої освітленості до $\min$ (зазвичай – 1,1...1,2, у нашому випадку $Z=1,1$);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи (у нашому випадку $K=1,5$);

η – коефіцієнт використання світлового потоку (значення коефіцієнтів відбиття від стін $\rho_{\text{ст}}=40\%$ і від стін стелі $\rho_{\text{стелі}}=60\%$).

Питоме середньодобове водоспоживання на господарськопитні потреби на одного робітника відповідно до ВБН 46/33-2.5-5.96 становить 230–350 л/доб:

$$Q_{\text{сер.доб.}} = \frac{q_m \cdot N_m}{1000}, \text{ л/доб.}, \quad (3.42)$$

де N_m – кількість робітників, осіб;

q_m – норма витрат води на господарськопитні потреби на одного робітника.

3.6 Результати досліджень та їх аналіз

3.6.1 Результати аналізу конструктивно–технологічного базису технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ

Навколо тракторів ХТЗ (класів 0,9 і 4,0) вісім та десять робочих зон для розміщення виконавців під час планових ТО (рис. 3.2, 3.3). Ці зони були одержані після аналізу конструкції, і врахування антропометричних даних людини.

Для оптимізації зручності роботи в робочих зонах враховуються дані таблиці 3.1, що забезпечує неперекриття суміжних зон. Структурні моделі технічного обслуговування, керуючись технологічними вимогами, визначають операції та міжопераційні зв'язки.

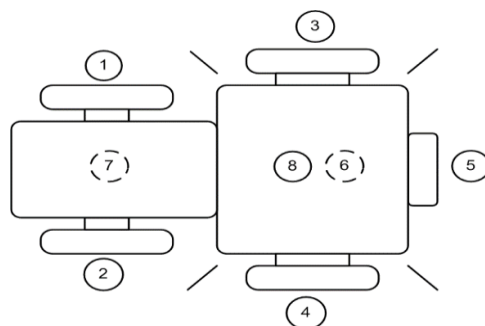


Рисунок 3.2 – Схема розміщення робочих зон для виконання операцій ТО тракторів ХТЗ класу 0,9

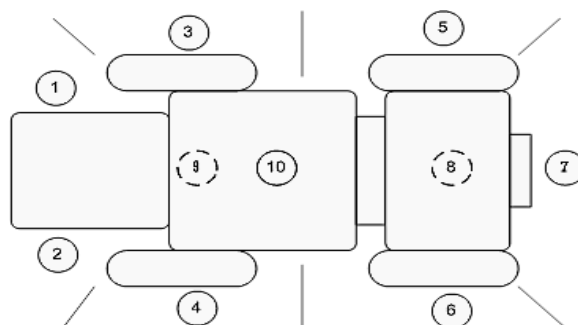


Рисунок 3.3 – Схема розміщення робочих зон для виконання операцій ТО тракторів ХТЗ класу 4,0

де (1), (2), ..., (8) – робочі зони.

Таблиця 3.1 – Характеристика зручності зон обслуговування

Розміщення зони обслуговування	Віддаль від виконавця до крайніх точок зони, мм	Характеристика
Зручне	+600	Зберігається вільне положення тіла виконавця, повністю простежується робоча зона.
Малозручне	+(600 – 800)	Положення тіла виконавця напружене. Утруднений огляд робочої зони.
Незручне	більше +800	Виконавець вимушений переходити вздовж зони за межі півкола, описаного радіусом його руки; можливості огляду робочої зони порушені

Графік роботи між виконавцями складається за алгоритмом структурного моделювання, мінімізуючи тривалість технологічного циклу та максимізуючи коефіцієнти фонду робочого часу. Цей розподіл дотримується обмежень: операції в одній робочій області повинні бути послідовними, без паралельного виконання;

операції поважають час і міжопераційні зв'язки; мінімальні втрати часу працівника під час пересування між робочими ділянками.

Упорядкування передбачає розподіл елементарних технологічних операцій між працівниками з урахуванням часу, орієнтаційних співвідношень і визначених робочих зон.

Упорядкування передбачає розподіл елементарних технологічних операцій між працівниками з урахуванням часу, орієнтаційних співвідношень і визначених робочих зон.

Проведено дослідження щодо ТП ТО різних моделей тракторів ХТЗ з деталізацією норм часу та визначенням технологічного хронометражу для різних видів ТО. На основі аналізу технології роботи та стандартизації експлуатації побудовано моделі процесу невпорядкованого ТО з визначенням основних параметрів.

Більш складні типи ТО тракторів ХТЗ-150К-09 і ХТЗ-3522 вимагають збільшення кількості операцій $N_{ТО}$, більшої загальної тривалості (Σt) і більшої кількості типів обладнання (див. дод. А). Кількість робочих зон збільшується для комплексного обслуговування, дозволяючи працювати більшій кількості працівників одночасно, але збільшується мінімальна теоретична тривалість обслуговування $T_{ТПmin}$. Отже, ТП комплексного обслуговування менш технологічно ефективні (K_{tex}).

Для оцінки якості обладнання комплексний метод використовує узагальнені показники, що враховують взаємозв'язок властивостей продукції. Це передбачає аналіз простих і складних властивостей, визначення їх ваги на загальному технічному рівні якості. Розглядаються залежності між показниками та їх оцінками, визначається важливість окремих властивостей. Потім об'єднуються кількісні оцінки всіх проаналізованих властивостей.

Диференціальний метод з обмеженою кількістю параметрів спрощує оцінку якості продукції, в результаті чого отримують карти технічного рівня оцінюваної продукції. У таблиці 4.3 наведені основні параметри для перевірки та регулювання паливних насосів високого тиску (ПНВТ) у дизельних двигунах.

Під час кваліфікаційного оцінювання враховувалися шістнадцять показників за трьома групами: призначення (наприклад, одночасні секції високого тиску, частота обертання приводного вала), економічне використання (наприклад, потужність приводу, конкретна площа) і надійність (наприклад, гарантійний термін, середній час усунення несправності).). Для оцінки використовувалися безрозмірні коефіцієнти (див. додаток Б.1), для кожного параметра обрано максимальне значення. Узагальнений показник якості розраховується як середнє значення всіх груп, керуючись рекомендаціями щодо найбільш підходящого стенду для випробування та налаштування ПНВТ.

Таблиця 4.4 – Табл. безрозмірних коеф. оцінювання рівня якості виробів

Градація відносних оцінок	Якісна оцінка значення коефіцієнтів
1,0	Максимальний
1,0...0,8	Чудовий
0,8...0,63	Добрий
0,63...0,4	Недостатньо добрий, але прийнятний
0,4...0,3	Гранична зона
0,3...0	Неприйнятний
0	Повністю неприйнятний

У додатку Б.2 детально наведено кваліфікаційну оцінку технічного рівня десяти стендів для випробування та регулювання ПНВТ в дизелях.

3.6.2. Аналіз залежностей параметрів та показників ефективності технологічних процесів технічного обслуговування

Аналіз кількісного складу ССП в аграрному секторі дає уявлення про оптимізацію сфери послуг. Аналіз ринку під впливом змін СПП, робочого навантаження та сезонності має вирішальне значення для ефективної роботи. Стабільність площі орних земель передбачає постійну механізацію робіт. Незважаючи на те, що кожні п'ять років тракторний парк неухильно зменшувався на 30–40%, спостерігається зрушення в бік більш потужних тракторів. Сервісним підприємствам доцільно орієнтуватися на склад парку 2020 року з урахуванням регіонального розподілу тракторів і завантаженості. Слід зазначити, що існує

значна регіональна неоднорідність у кількості тракторів і робочому навантаженні, що впливає на життєздатність підприємства сфери послуг.

У 2013 році введено в експлуатацію 10 тис. тракторів, з них 6 тис. нових. Списано близько 3,5 тис. тракторів (2,4%). Аналіз показує, що тракторів потужністю до 60 кВт більше списується, ніж закуповується, а потужніших – більше. Гусеничних тракторів закуплено в чотири рази більше, а колісних вдвічі менше, ніж у попередні роки. В основному закуповуються потужні трактори класу продуктивності 4.0.

Обґрунтовуючи параметри ВВП для сервісного обслуговування тракторів ХТЗ у Львівській області (див. додаток В.1).

3.6.2 Обґрунтування параметричних рядів виробничих структур пунктів технічного обслуговування

Результати показують, що в межах питомих значень продуктивності виробнича структура ПТО (визначена Kr і f) залишається постійною, змінюючись лише кількістю працівників (u). Встановлено параметричний ряд структур виробництва ВВП для різних моделей тракторів ХТЗ, упорядкований за зростанням річної продуктивності (Q_p). Рациональні значення Q_{prat} були визначені для кожної конструкції ВВП, що забезпечує мінімальні витрати на технічне обслуговування ($СТО_{min}$). Примітно, що Q_{prat} для всього параметричного ряду збігається з максимумом ($Q_{p\ rat} = Q_{p\ max}$).

Важливо підкреслити, що значення основного параметра РТО ($Q_{p\ max}$) не слідує прогресії, будь то арифметичні чи геометричні. Аналіз параметричних рядів виявив цінну закономірність для управління оперативним обслуговуванням ТП. Враховуючи стохастичний і сезонний характер замовлень на технічне обслуговування, доцільно коригувати робочу силу в періоди зниження попиту, щоб підтримувати ефективність об'єктів техобслуговування.

3.6.3 Обґрунтування спеціалізації постів пунктів ТО

На стаціонарних постах трактори ХТЗ-150К-09 проходять чотири основні

процеси ТО: ТО-2, ТО-3, ТО-3ПР, ТО-3КР. Вони відрізняються використанням РТО і кількістю технологічних операцій, що впливає на загальну тривалість ТО. Більш складне обслуговування передбачає використання високотехнологічного обладнання, що призводить до збільшення витрат $Z_{ПТО}$.

На рисунках В.2, В.3 (див. додаток В) показано більш високу сумісність при поєднанні продуктивності ТР в спільному потоці для ТО ТО-2 і ТО-3; ТО-3 і ТО-3ПР; ТО-2 і ТО-3КР; ТО-3ПР і ТО-3КР, порівняно зі спеціалізованими постами. Доцільність виконання спільного потоку обмежена кількістю тракторів N в зоні обслуговування - 548 од., 688 од., 742 од., 1214 од.

Дедалі різноманітніше поєднання ТП ТО (В.4, В.5 додаток В) з різноманітним обладнанням K_r і різною тривалістю $T_{ТП}$ зменшує кількість тракторів N у зоні обслуговування. Сумісність в загальному потоці для ТО-2, ТО-3, ТО-3ПР і ТО-2, ТО-3, ТО-3КР; і ТО-2, ТО-3ПР, ТО-3КР і ТО-3, ТО-3ПР, ТО-3КР становить відповідно 414 од., 506 од., 548 од., 624 од.

Монопредметна політехнологічна спеціалізація для ТП ТО тракторів ХТЗ–150К–09 відображає порівняння затрат $Z_{ПТО}$ всіх видів ТО на спеціалізованих постах та постах багатопредметної спеціалізації. З рис. В.6 додаток В випливає, що поєднання всіх видів ТО тракторів ХТЗ класу 4,0 доцільно проводити тільки тоді, коли їхня кількість у зоні обслуговування не перевищує 396 од

Затрати $Z_{ПТО}$ всіх видів ТО та класів тракторів ХТЗ у спільному потоці (поліпредметна політехнологічна спеціалізація) порівняно з витратами на спеціалізованих постах (монопредметна монотехнологічна спеціалізація) та постах багатопредметної спеціалізації (монопредметна політехнологічна спеціалізація) відображено на (рис. В.7, В.8 додаток В).

За результатами порівняльного аналізу приведених технологічних витрат на реалізацію різних видів ТО тракторів ХТЗ різних тягових класів як у спільному, так і в окремих технологічних потоках, обґрунтовано доцільність застосування поліпредметної політехнологічної спеціалізації у разі, коли кількість тракторів ХТЗ різних тягових класів у зоні обслуговування $N \leq 500$ од. (рис. В.7, В.8 дод. В).

Висновки до розділу 3

Метод прикладної теорії графів фіксує нюанси у виробничо-технологічних процесах обслуговування тракторів ХТЗ, важливих для проектування ТП. Побудова неупорядкованих моделей ТО ТП для різних видів ТО тракторів ХТЗ дозволяє визначити перелік ТО та послідовність їх виконання на основі ТО та параметрів обладнання.

Аналіз упорядкованих моделей ТП ТО виявив, що збільшення обладнання та постів зменшує тривалість ТП $T_{т.п}$ при незмінній кількості операцій та працівників. Оптимальне технічне обслуговування ТР включає більшої кількості обладнання з більшою тривалістю залучення в роботу. Максимальна кількість робітників залежить від виду обслуговування, обладнання, постів і робочих зон.

Процесу моделювання сприяє:

- Реалізація теоретичних положень щодо взаємозалежності параметрів ТП ТО (фронт ТО f , кількість робітників u та різних типів обладнання K_r) та показників ефективності (тривалість $T_{т.п}$, коефіцієнти використання робітничого та інвентарного фонду η_u та η_r).
- Автоматизований розрахунок параметрів ТП, показників ефективності та техніко-економічних показників.
- Надання вихідних даних для синтезу параметричних рядів виробничих структур з різними рівнями продуктивності, визначення оптимальної і max продуктивності.

Дослідження також зосереджені на обґрунтуванні структури виробництва пунктів ТО мобільних енергетичних транспортних засобів. Розроблений метод на основі теорії графів та диспетчеризації розраховує параметри технологічного процесу обслуговування та показники ефективності з урахуванням структурних особливостей, таких як обмеження послідовності операцій та розміщення робочої зони. Результатом дослідження є модель формування параметричних рядів виробничих структур пунктів ТО з різними рівнями продуктивності та взаємозалежностями між параметрами та показниками ефективності для монопредметної (трактори) та монотехнологічної (ТП ТО) спеціалізації.

Порівняльний аналіз конструкцій ТП різних моделей тракторів ХТЗ свідчить про мінімальну варіацію, насамперед за кількістю робочих зон. Об'єднання процесів ТО в загальний потік є ефективнішим за технологічною подібністю (типом ТО), ніж за об'єктивними ознаками, як-от конструкція трактора.

Результати моделювання свідчать про те, що суттєвим чинником скорочення тривалості ТО тракторів ХТЗ (у 3,6...4,8 рази) та підвищення коефіцієнтів технічного використання є збільшення чисельності робочої сили.

Помірне скорочення тривалості ТО (5...15%) і поліпшення технічного використання можна досягти шляхом збільшення основного РТО (K_r), але при умові $u \geq K_r$ для всіх типів обладнання.

При стаціонарному постовому ТО тракторів ХТЗ збільшення будь-якого ресурсу (робітників, обладнання та постів) не покращує показники використання ресурсів, але не знижує ефективності інших ресурсів.

Найвищі показники сумісності мають ПТО з елементарними виробничими структурами, що характеризуються мінімальною продуктивністю (МП). Об'єднання різних ТП у спільному потоці не покращує загальні показники ОТС.

Значення ОТС підтримують обґрунтування створення багатопредметної, політехнологічної спеціалізації професійної підготовки як для класів тракторів 0,9, так і для 4,0 ХТЗ.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Технічне обслуговування (ТО) тракторів ХТЗ передбачає виконання різноманітних заходів, спрямованих на забезпечення справної роботи та безпеки техніки. З цією метою застосовуються інструменти, станки та пристосування з електричним або пневморушієм. Дане обладнання, при небезпечних умовах внаслідок небезпечних дій, може призвести до травмування працівників і аварій. Саме для попередження нещасних випадків, захисту працівників і збереження здорових умов праці необхідно правильно організовувати охорону праці та проводити відповідні заходи на станціях технічного обслуговування.

Закон України Про охорону [46] праці визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Для правильної організації заходів з охорони праці необхідно враховувати різноманітні ризики з наступним визначенням їх пріоритетності залежно від серйозності. На основі виявлених ризиків розробляють процедури безпеки, як дії в надзвичайних ситуаціях і протоколи надання першої допомоги.

Шкідливими та небезпечними факторами під час проведення ТО і ремонтів є:

- технічна несправність інструментів та обладнання, які залучені в роботі;
- виконання робіт в закритому просторі, при підвищеній запиленості;
- підвищений рівень шуму та вібрацій;
- рухомі агрегати: причіпні (навісні) пристрої, робочі органи, пружини, механізми передачі руху, колеса тощо;
- нервово-психічні перевантаження.

З метою запобігання порушенням під час проведення ТО і ремонтів, які можуть призвести до нещасних випадків та інших надзвичайних ситуацій можна:

- призначити відповідальних осіб за організацію безпечної експлуатації обладнання та виконання робіт в структурних підрозділах;
- затвердити безпечні маршрути руху по території, визначити місця відпочинку, довести зазначену інформацію до виконавців робіт під підпис;
- не допускати інструменти та обладнання, які мають технічні несправності;
- проводити регулярні тренінги з безпеки, щоб інформувати працівників про найновіші протоколи безпеки та обладнання;
- забезпечити працівників спецодягом та засобами індивідуального захисту;
- укомплектувати автотракторну і збиральну техніку, господарські об'єкти первинними засобами пожежогасіння відповідно до рекомендацій Правил пожежної безпеки України [47].

Розробка організаційно-технічних заходів з ОП. В дипломній роботі було запропоновано схему розміщення робочих зон для виконання операцій ТО тракторів ХТЗ. Оскільки вона відрізняється від прийнятої на підприємстві необхідно провести удосконалення існуючої організації заходів з охорони праці. Пропонуємо переглянути пішохідні доріжки та робочі зони відповідно запропонованих схем розміщення працівників, щоб запобігти нещасним випадкам. При цьому необхідно організувати робочий простір враховуючи ергономіку, щоб мінімізувати навантаження і дискомфорт забезпечуючи безперебійний робочий процес. Після впровадження необхідно провести тренінги з розпізнавання небезпеки, належного використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) та процедур реагування на надзвичайні ситуації враховуючи нову схему розміщення робочих зон.

Моделювання виробничих небезпек. За умов функціонування систем «людина-машина» з різних причин виникають небезпечні ситуації. Тому великого значення набуває вміння оцінити характер їх можливих наслідків. Розглянемо травмонебезпечну ситуацію, що можлива виникнути за умови переїзду трактора, котра може призвести до його перекидання (рис. 4.1).

Через недостатній чи надмірний досвід (надмірна самовпевненість) працівники можуть виконати дії, які кваліфікуються як небезпечні дії. До цих дій

відноситься використання дефектного обладнання, не виконання ЩТО. Небезпечні дії в свою чергу в поєднанні з іншими обставинами (випадковими збігами) в певний момент часу і місця створюють небезпечні обставини, такі як виконання небезпечних маневрів чи вихід із строю машин. Наслідком є можливість виникнення небезпечної ситуації із сприятливим наслідком або ні (аварія чи травма).

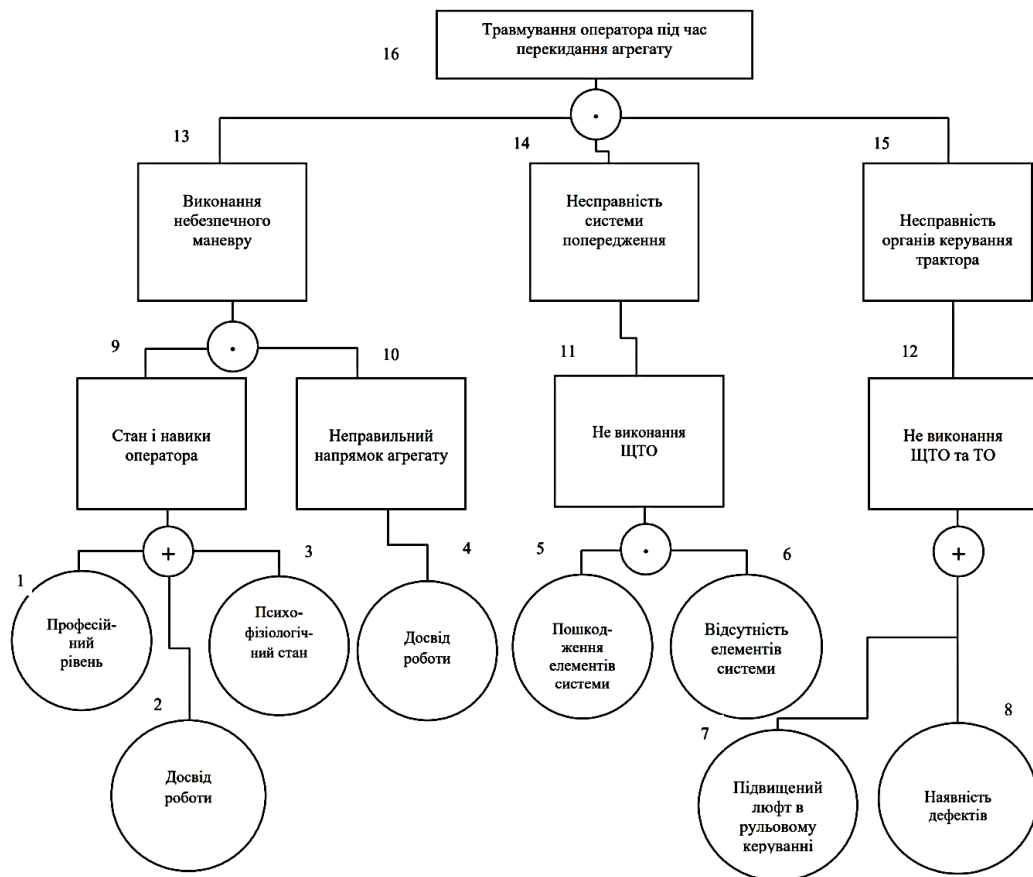


Рисунок 4.1 – Модель логічних взаємозв'язків між окремими подіями травмонебезпечної ситуації

Висновки до розділу

Перед початком робіт з ТО і ремонту техніки керівниками господарств чи відповідальними працівниками повинні бути проведені організаційні профілактичні заходи. В першу чергу необхідно забезпечити: проведення інструктажів з охорони праці та пожежної безпеки, перевірку кваліфікації працівника, вчасну підготовку щодо поведінки з тракторами і про потенційні ризики та процедури безпеки.

РОЗДІЛ 5.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

5.1 Техніко-економічна складова розрахунку витрат виробничих структур спеціалізації пунктів технічного обслуговування

У структурі обслуговування українських ремонтних підприємств домінують послуги з ТО на стаціонарних постах. Ефективні проектні рішення, зокрема щодо структури виробництва (K_f пости, K_r типи обладнання, u працівників), значно впливають на ефективність процесу. Точна оцінка на етапі проектування має вирішальне значення, особливо при порівняльному аналізі різних варіантів проекту.

Хоча традиційні показники, такі як технологічні витрати, собівартість і виробництво на одиницю площі, зазвичай використовуються для аналізу результатів проектування підприємства ТО та економічних показників, вони не відображають рівень використання технічних ресурсів. Показники ефективності, отримані з параметрів ТР (K_f , u , K_r), включаючи тривалість процесу, коефіцієнт використання працівників (η_u) і коефіцієнти використання обладнання (η_r), пропонують більш повну оцінку. Ці параметри розраховуються на основі трудомісткості, часто нормованої для операцій.

Застосування теорії диспетчеризації для визначення параметрів ТП, що виконуються на стаціонарних постах, вперше було запроваджено при аналізі процесів поточного ремонту тракторів. Подальші дослідження підкреслили взаємозалежність між параметрами ТР та відповідними показниками ефективності, фактор, який не враховується в існуючих методах.

У завданнях на проектування знання параметрів ТП (K_f , u , K_r , f), технічних характеристик обладнання, тривалості роботи та необхідної виробничої площі (F для заданої продуктивності Q_P) орієнтуються на розрахунки споживання електроенергії, стисненого повітря тощо. Далі, враховуючи заробітну плату робітників, вартість обладнання, ціни на електроенергію та інші фактори, визначено основні техніко-економічні показники.

5.2 Сподіваний економічний від впровадження спеціалізації пунктів технічного обслуговування

Різниця витрат різних спеціалізацій $\Delta Z^{\text{ПТО}}$ дає змогу визначити вид монопредметної спеціалізації:

якщо $\Delta Z_{i,j,\dots,n}^{\text{ПТО}} \leq \Delta Z_{i+j+\dots+n}^{\text{ПТО}}$ – політехнологічна;

якщо $\Delta Z_{i,j,\dots,n}^{\text{ПТО}} \geq \Delta Z_{i+j+\dots+n}^{\text{ПТО}}$ – монотехнологічна.

$$\Delta Z^{\text{ПТО}} = Z_{i,j,\dots,n}^{\text{ПТО}} - Z_{i+j+\dots+n}^{\text{ПТО}}, \quad (5.1)$$

де $Z_{i,j,\dots,n}^{\text{ПТО}}$ – затрати монопредметної політехнологічної спеціалізації;

$Z_{i+j+\dots+n}^{\text{ПТО}}$ – затрати монопредметної монотехнологічної спеціалізації.

Різниця витрат (економічна ефективність) монопредметної монотехнологічної та монопредметної політехнологічної спеціалізації в залежно від поєднання різних видів ТО тракторів ХТЗ–150К–09 відображена на рис.Г.1–Г.4 Додаток Г.

Порівняння приведених витрат поєднання різних видів ТО спеціалізацій показує, що із зростанням значень річної продуктивності Q_p виробничих структур ПТО їх різниця зменшуватиметься. Це зумовлено зростанням завантажуваності постів монопредметної монотехнологічної спеціалізації, що відповідно призводить до зменшення простоїв обладнання та працівників. При досягненні показника Q_{pmax} для монопредметної монотехнологічної, водночас щоби забезпечити значення продуктивності Q_{pmax} , необхідно мати в регіоні дуже велику кількість тракторів даної моделі.

Сподіваний економічний ефект від обґрунтування спеціалізації ПТО тракторів ХТЗ різних тягових класів для монопредметної монотехнологічної і поліпредметної політехнологічної та монопредметної політехнологічної і поліпредметної політехнологічної спеціалізацій наведено на рис.Г.5, Г.6 Дод. Г.

Результат порівняння витрат свідчить про те, що проведення ТП ТО різних моделей і класів тракторів ХТЗ в спільному потоці є доцільним, оскільки витрати при поліпредметній політехнологічній спеціалізації будуть суттєво меншими.

Висновки до розділу 5

1. Об'єднання технологічних процесів різних видів технічного обслуговування однієї моделі трактора ХТЗ (монопредметна політехнологічна спеціалізація) дасть нам змогу отримати від 30 до 50 % економії затрат на проведення ТО.

2. Сподіваний економічний ефект від впровадження поліпредметної політехнологічної спеціалізації залежно від кількості тракторів N у зоні обслуговування коливатиметься у межах від 203238,7 грн до 1273893,2 грн.

ВИСНОВКИ

1. Існуючі методи визначення параметрів точки технічного обслуговування не орієнтовані на ТО компанії та потребують вдосконалення. Відзначається обмеженість досліджень щодо спеціалізації ПТО для тракторів, а також відсутня налагоджена мережа регіональних марок ВВП для тракторів ХТЗ в Україні.

2. Запропоновані теоретичні положення щодо розрахунку продуктивності ПТО шляхом структурно-параметричного аналізу з використанням теорії графів та графіків. Вони дозволяють всебічно врахувати одночасний вплив різних параметрів виробничої структури на продуктивність.

3. Викладено теоретичні положення для обґрунтування спеціалізації технічної підготовки підприємства з урахуванням нюансів технічної будови трактора та взаємозалежностей між показниками за продуктивністю. Розроблена методика моделювання та евристичний алгоритм дозволяють досліджувати будь-які ТП, що виконуються на стаціонарних постах.

4. Конструктивні особливості, технологія та результати стандартизації тракторів ХТЗ сприяють побудові моделей невпорядкованої структури ТП. Аналіз показує вищу технологічність у простіших типах обслуговування, віддаючи перевагу комбінованому підходу, заснованому на типі обслуговування, а не на подібності конструкції трактора.

5. Виявлено взаємозалежності між параметрами та показниками ефективності обслуговування ТП тракторів ХТЗ на стаціонарних постах. Серед заслуговують на увагу закономірностей впливу збільшення ресурсів на зростання продуктивності праці, причому найбільш суттєвий вплив має збільшення виконавців, потім ремонтно-технологічного оснащення.

6. Порівняльний аналіз обґрунтовує доцільність багатопредметної політехнологічної спеціалізації, коли $N \leq 500$ тракторів щорічно виконують стандартне технічне обслуговування в зоні обслуговування.

7. Обґрунтовано параметричні ряди виробничих структур для багатопредметної, політехнологічної спеціалізації, що сприяють вибору

раціональних варіантів ВВП та оперативному управлінню з урахуванням сезонних коливань використання тракторів.

8. Відзначено впровадження результатів дослідження на ПАТ «ХТЗ» з очікуваною економічною вигодою від 203 238,7 до 1 273 893,2 грн в залежності від кількості тракторів на території обслуговування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сидорчук О. В., Семерак М. М., Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Концепція управління проектом технічного обслуговування тракторів. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2008. № 12, т. 1. С. 16–21.
2. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2018 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2018. 227 с.
3. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2019 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2019. 226 с.
4. Prokopov, Sergey & Myalo, Olga & Myalo, V.V. & Maltseva, E.I. & Demchuk, E.V.. (2023). Increasing productivity of machine-tractor units depending on the influence of the load of the machine operator with maintenance work in the agricultural enterprises of the Omsk region. *E3S Web of Conferences*. 392. DOI: 10.1051/e3sconf/202339201043.
5. Формальчик Є. Ю. Обґрунтування виробничої програми ремонту техніки тваринництва. *Наукові праці. Львівського сільськогосподарського інституту*. Львів, 1990. С. 43-48.
6. Непарко, Т. А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Практикум [Текст] : учебное пособие для студентов УВО по специальности "Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве" / Т. А. Непарко, Д. А. Жданко, И. Н. Шило ; БГАТУ, Кафедра ЭМТП ; под ред. Т. А. Непарко. - Минск : БГАТУ, 2021. – 192 с.
7. Sahil-Jai Arora, Christoph Ebbecke, Markus Rabe, Jessica Fisch, Methodology for the assessment of potentials, selection, and design of Predictive Maintenance solutions, *Procedia CIRP*, Volume 104, 2021, Pages 708-713, ISSN 2212-8271, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.119>.
8. Efremov, Andrei & Sotskov, Yuri & Belotzkaya, Yulia. (2023). Optimization of Selection and Use of a Machine and Tractor Fleet in Agricultural Enterprises: A Case Study. *Algorithms*. 16. 311. DOI: 10.3390/a16070311.
9. Седюкевич В. И. Технологический расчет АТП с оптимизацией

количества постов текущего ремонта автомобилей. *Автомобильный транспорт и дороги*. - Минск: Высш. шк., 1979. Вып. 6. С. 24–26.

10. Radwan, Hanafi. (2018). Tractor maintenance.
11. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2016 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2017.
12. Дехтеринский Л. В., Карагодин В. И. Концентрация и специализация ремонтного производства: учеб. пособие / МАДИ. Москва: 1980. 82 с.
13. Myalo, Olga & Redreev, G.V. & Prokopov, Sergey & Myalo, V.V.. (2023). Determining the workload of the machine and tractor fleet maintenance service in agriculture using the scheduling method. *E3S Web of Conferences*. 392. DOI: 10.1051/e3sconf/202339201045.
14. Карагодин В. И. Формирование и теоретическое обоснование основных направлений эффективного развития системы фирменного ремонта автомобилей: дисс....д-ра техн. наук. Москва, 1997. 547 с.
15. Крамаров В. С. Теоретичні основи розрахунку комплексів машин і проектування механізмів процесів сільськогосподарського виробництва. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1964. №1. С. 25–28.
16. Кузьмінський Р. Д. Про можливість використання алгоритму “наповнення контейнерів” для моделювання технологічних процесів відновлення. *Вісник Львівського державного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 1998. № 2. С. 25–28.
17. Кузьмінський Р. Д., Кульчицький–Жигайло Р. Д. Алгоритм структурного моделювання прямоточних технологічних процесів розбирання та складання. *Організаційно-технологічна взаємодія підприємств АПК в процесі ремонту сільськогосподарської техніки*: зб. наук. праць. Львів: Львів. с-г. ін-т, 1991. С. 19–38.
18. Кузьмінський Р. Д., Соколовський О. Р. Алгоритм проектування технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах. *Збірник наукових статей ЛНТУ: Сільськогосподарські машини*. Луцьк, 2011. Вип. 21, т. 1. С. 228–

19. Семкович О. Д., Кузьмінський Р. Д. Поетапний характер моделювання технологічних процесів розбирання та складання у ремонтному виробництві. *Моделирование процессов и технологического оборудования в сельском хозяйстве: материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. (август 1995 г.). Мелитополь: ТДАТА, 1995. Т. 4. С. 39.*

20. Семкович А. Д., Кузьминский Р. Д., Кульчицкий–Жигайло Р. Д. Алгоритм моделирования разветвленного процесса разборки-сборки ремонтируемого объекта. *Повышение надежности сельскохозяйственной техники: тр. / Латвийская СХА. Елгава, 1990. Вып. 267. С. 13–23.*

21. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарської техніки. Київ: Вища шк., 1993. 287с.

22. Семкович А. Д., Кузьминский Р. Д. Моделювання технологічних процесів ремонту машин. *Перспективи розвитку механізації, електрифікації, автоматизації та технічного сервісу: тези доп. Міжнар. наук.-техн. конф (Глеваха, 1-3 жов. 1996 р.). Глеваха, 1996. С. 15.*

23. Конкин Ю. А. Концепция технического сервиса в АПК. *Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1990. №5. С. 3–9.*

24. Сидорчук О. В., Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І., Михалюк М. А. Обґрунтування виробничої структури пунктів технічного обслуговування тракторів ХТЗ. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2013. № 17. С. 54–64.*

25. Tsench, Yuliya & Godlevskaya, Elena. Contribution of the i.e. ulman scientific school to the creation of the scientific foundations of the technical service of machines. *Tekhnicheskii servis mashin. 4. 2022. DOI: 10.22314/2618-8287-2022-60-4-137-148.*

26. Буклагин Д. С., Хохлов В. П., Деревков А. И. Организация ремонта тракторов и автомобилей за рубежом. *Обзорная информация. Москва: ЦНИИТЭИ, 1976. 44 с.*

27. Toigambayev, S & Martinova, N & Shavazov, K & Telovov, N.

Justification of the methods of material and technical maintenance and repair of agricultural machines. Journal of Physics: Conference Series. 2022. 2176. 012089. DOI: 10.1088/1742-6596/2176/1/012089.

28. Лешку А. Ф. Повышение эффективности организации технического сервиса в сельском хозяйстве. Кишинев: МолдНИИТЭИ, 1991. 44 с.

29. Пильщиков Л. М., Голубев И. Г., Фролов В. А. Опыт работы технических центров (дилеров) по сервису сельскохозяйственной техники: аналит. обзор. Москва: Информагротех, 1993.

30. Сегал Л.Б. К вопросу о радиусе обслуживания тракторов стационарным пунктом технического ухода: сб. науч. тр. НИИМЭСХ СЗ. Москва: Россельхозиздат, 1969. Вып. 3. С. 104 - 106.

31. Kataev, Yuriy & Malykha, Ekaterina. JQCZAG. Resource-saving system of maintenance and repair of machines. Tekhnicheskii servis mashin. 3. 2022. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-3-83-90.

32. Еремин Л. И. Новые формы технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей за рубежом. Москва: НИИНавтопром, 1976, № 6. С. 43-47.

33. Карташов В. П., Мальцев В. М. Организация ТО и Р автомобилей. Москва: Транспорт, 1979. 215 с.

34. Сидорчук О. В., Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Особливості аналізу технологічної та виробничої структури процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ. *Екологічні, технологічні та соціально- економічні аспекти використання матеріально-технічної бази АПК*: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму. Львів, 2008. С. 374–378.

35. Сидорчук О. В., Сенчук С.Р., Кухарук О.В. Наукові основи інженерного менеджменту технічного сервісу в рільництві. Львів: Львів. держ. аграр. ун-т, 2001. 170 с.

36. Сидорчук О. В., Боярчук В. М., Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Основні функції і форми управління системою технічного обслуговування тракторів. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2009. № 13, т. 2. С. 51–56.

37. Трактор ХТЗ-150К-09-25. Посібник з експлуатації 151.00.000–09 РЕ/ Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе. Харків, 2013. 267 с.
38. Танаев В. С., Сотсков Ю. Н., Струсевич В. А. Теория расписаний. Многостадийные системы. Москва: Наука, 1989. 328 с.
39. Тахтамишев Х. М. Розрахунок оптимальної кількості постів поточного ремонту. – Автомобільний транспорт, 1985. №6, с. 33-34.
40. Novitskiy, A. & Banniy, O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. 12. 2021. DOI 10.31548/machenergy2021.02.039.
41. Роговський І. Л. Методологія оцінення технології технічного обслуговування сільськогосподарських машин. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія: техніка та енергетика АПК. 2012. № 170 (2). С. 368-375.
42. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. Москва: Транспорт, 1993. 272 с.
43. Кузьмінський Р. Д., Костюк В.Б. Система автоматизованого проектування ефективних технологічних процесів розбирання-складання. *Друга українська конференція з автоматичного керування “Автоматика-95”* (26-30 вер. 1995 р.): праці. Львів: НВЦ “ІТІС”, 1995. Т. 3. С. 112.
44. Кузьмінський Р. Структура, параметри та ефективність технологічних процесів ремонту. *Вісник Львівського державного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2005. № 9. С. 50–60.
45. Кузьмінський Р. Д. Динаміка та показники ефективності процесів розбирання-складання ремонтної коробки передач. Удосконалення ремонтно-відновлювальних процесів у галузях АПК: зб. наук. тр. Львів: Львів. с.-г. ін-т, 1988. С. 35-40.
46. Закон України Про охорону праці(Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668)
47. Правила пожежної безпеки України. Міністерство внутрішніх справ України. Наказ від 30.12.2014 № 1417. Остання редакція від 07.04.2023.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Параметри технологічної складової функціональної структури процесів
технічного обслуговування тракторів ХТЗ

№ з/п	Модель трактора	Вид ТО	К-сть операцій $NETO$	Сумарна тривалість операцій, год	$T_{Пmin}$, год.	Кількість робочих зон k	Кількість типів обладнання R	Коефіцієнт технологічності K_{tex}
1	ХТЗ-150К-09	ТО-2	126	11,28	3,07	11	14	0,0292
		ТО-3	172	25,94	5,22	13	21	0,0289
		ТО-3 _{ПР}	198	39,12	6,9	13	23	0,0286
		ТО-3 _{КР}	210	42,32	8,24	13	27	0,0245
2	ХТЗ-3522	ТО-2	82	6,98	2,31	9	14	0,0368
		ТО-3	104	9,02	3,31	10	15	0,0262
		ТО-3 _{ПР}	122	15,49	3,85	11	21	0,033
		ТО-3 _{КР}	134	18,74	5,52	12	26	0,0253
3	ХТЗ в спільному потоці	ТО-2	152	13,62	3,52	10	14	0,0255
		ТО-3	194	28,35	5,42	12	21	0,027
		ТО-3 _{ПР}	218	40,57	7,46	12	23	0,0249
		ТО-3 _{КР}	230	43,98	8,76	12	27	0,0218

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Параметри стендів для випробування і регулювання ПНВТ дизельних двигунів

№ з/п	Параметр	ДД 10-01	ДД 10-04	ДД 10-05	ДД 10-06	СДМ-8-3,7	СДМ-12-11	СДМ-12-02-15	СДМ-12-02-15АГ	ТА-500	ТА-501
1	Тип	стац.	стац.	стац.	стац.	стац.	стац.	стац.	стац.	стац.	стац.
2	Кількість одночасно випробуваних секцій високого тиску, не більше	8	12	12	8	8	12	12	12	12	12
3	Частота обертання привідного вала, об./хв	70-3000	70-3000	70-3000	70-1500	50-3000	50-3000	50-3000	50-3000	0-4000	70-3000
4	Відлік кількості обертів, об./цикл	1-9999	1-9999	1-9999	1-9999	1-9999	1-9999	1-9999	1-9999	50-9999	50-9999
5	Кут розвороту автоматичної муфти випередження впорску, град.	-10...+10	-10...+10	-10...+10	-10...+10	-10...+10	-10...+10	-10...+10	-10...+10	-10...+10	-10...+10
6	Кут початку нагнітання і впорску палива, град.	0-360	0-360	0-360	0-360	0-360	0-360	0-360	0-360	0-360	0-360
7	Місткість паливного бака, л	45	45	45	45	38	38	55	55	40	40
8	Тиск палива, МПа	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3
9	Тиск повітря, МПа	0-0,16	0-0,16	0-0,16	0-0,16	-	-	0,1...+0,5	0,1...+0,5	0-30	0-30
10	Тиск оливи, МПа	0-0,9	0-0,9	0-0,9	0-0,9	0-0,6	0-0,6	0-0,6	0-0,6	-	-
11	Живлення від змінного струму, В	220/380	220/380	220/380	220/380	380	220/380	220/380	220/380	380	380
12	Потужність приводу, кВт	7,5	11	15	11	3,7	11	15	15	15	15
13	Габаритні розміри, мм	1750x800x1930	1760x800x1950	2600x980x1550	2600x980x1550	1400x540x1740	1400x540x1740	1700x700x1800	1700x700x1800	1780x800x1950	1780x800x1950
14	Маса, кг	600	750	1520	1520	800	800	900	900	650	650
15	Тип приводу	електро-привід	електро-привід	електро-привід	електро-привід	-	-	-	-	-	-
16	Ціна, грн	108500	136500	238000	248500	103250	138250	218750	250250	166250	239750

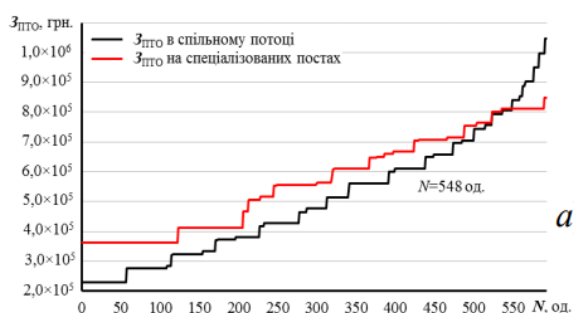
Таблиця Б.2 – Кваліфікаційна оцінка технічного рівня стендів для випробування і регулювання ПНВТ дизельних двигунів

№ з/п	Параметр	Значення відносних показників якості для стендів									
		ДД 10-01	ДД 10-04	ДД 10-05	ДД 10-06	СДМ-8-3,7	СДМ-12-11	СДМ-12-02- 15	СДМ-12-02- 15АГ	ТА-500	ТА-501
1. Призначення											
1	Кількість одночасно випробуваних секцій високого тиску, не більше	0,667	1	1	0,667	0,667	1	1	1	1	1
2	Частота обертання привідного вала, об./хв	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,75
3	Відлік числа обертів, об./цикл	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Кут розвороту автоматичної муфти випередження впрыску, град.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Кут початку нагнітання і впрыску, град.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Живлення від мережі змінного струму, В	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Місткість паливного бака, л	0,818	0,818	0,818	0,818	0,691	0,691	1	1	0,727	0,727
8	Габаритні розміри, мм										
9	a	0,8	0,795	0,538	0,538	1	1	0,824	0,824	0,787	0,787
10	b	0,675	0,675	0,551	0,551	1	1	0,771	0,771	0,675	0,675
11	h	0,803	0,795	1	1	0,891	0,891	0,861	0,861	0,795	0,795
12	Маса, кг	1	0,8	0,395	0,395	0,75	0,75	0,667	0,667	0,923	0,923
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,793	0,803	0,754	0,727	0,812	0,84	0,823	0,823	0,826	0,805
2. Економічне використання палива, енергії та матеріалів											
13	Потужність приводу, кВт	0,493	0,336	0,247	0,336	1	0,336	0,247	0,247	0,247	0,247
14	Питома площа, м²	0,54	0,537	0,297	0,297	1	1	0,635	0,635	0,531	0,531
15	Ціна, грн	0,952	0,756	0,434	0,415	1	0,747	0,472	0,413	0,621	0,431
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,662	0,543	0,326	0,349	1	0,694	0,451	0,432	0,466	0,403
3. Надійність											
16	Гарантійний термін від початку експлуатації, міс.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	Середній час усунення відмови, год.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	Термін експлуатації, років	0,875	0,875	0,875	0,875	1	1	1	1	1	1
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,958	0,958	0,958	0,958	1	1	1	1	1	1
	Коефіцієнт технічного рівня для виробу	0,804	0,768	0,679	0,678	0,937	0,845	0,758	0,752	0,764	0,736

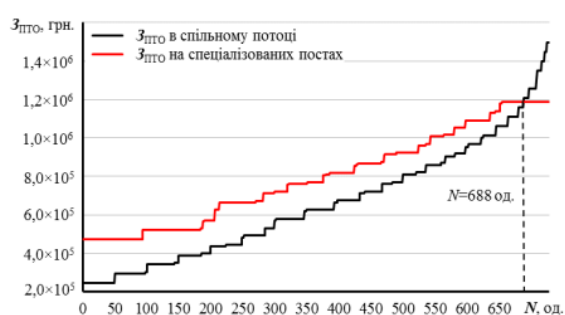
ДОДАТОК В

Таблиця В.1 Розподіл наявної кількості тракторів марки ХТЗ у районах Львівської області

Район	Юридичні	Фізичні	Разом
1	2	3	4
Бродівський	28	1	29
Буський	43	6	49
Городоцький	17	9	26
Дрогобицький	24	7	31
Жидачівський	23	5	28
Жовківський	30	17	47
Золочівський	45	14	59
Кам.-Бузький	13	16	29
Миколаївський	12	6	18
Мостиський	16	10	26
Перемишлянський	28	12	40
Пустомитівський	53	8	61
Радехівський	41	6	47
Самбірський	20	8	28
Сколівський	5	2	7
Сокальськи	36	12	48
Старосамбірський	17	3	20
Стрийський	43	6	49
Турківський	3	1	4
Яворівський	8	14	22
м. Львів	1	9	10
Разом	506	172	678

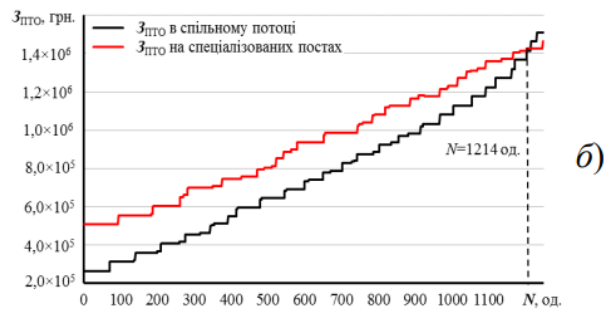
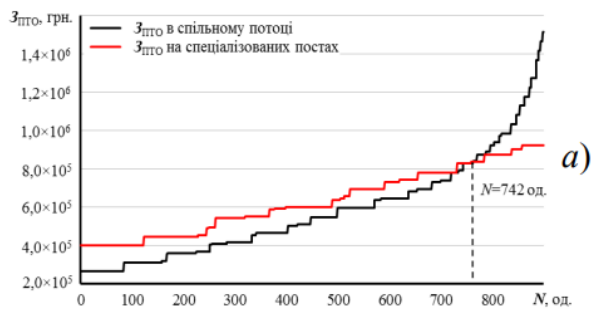


а)

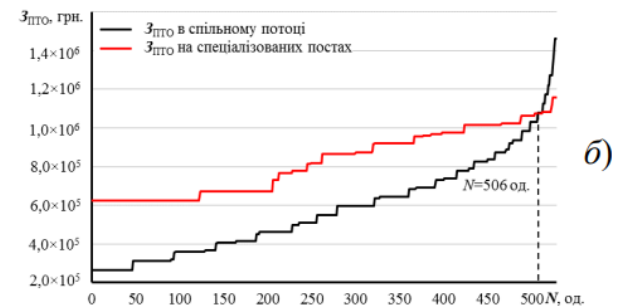
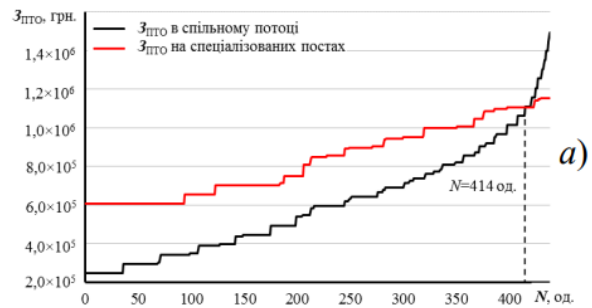


б)

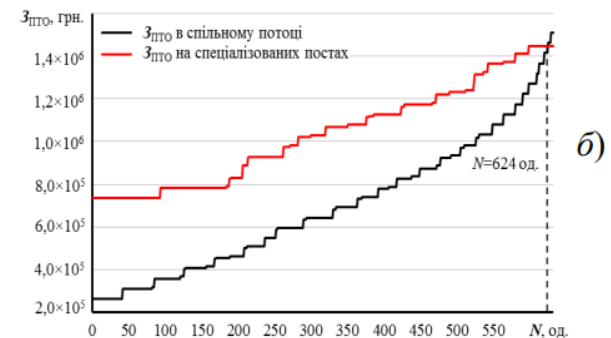
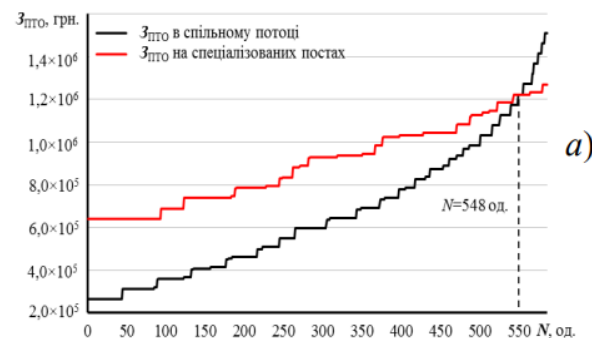
Додаток В.2 Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації а) ТО–2 і ТО–3, б) ТО–3 і ТО–3^{ПР}.



Додаток В.3 Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації а) ТО–2 і ТО–3^{КР}, б) ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}.



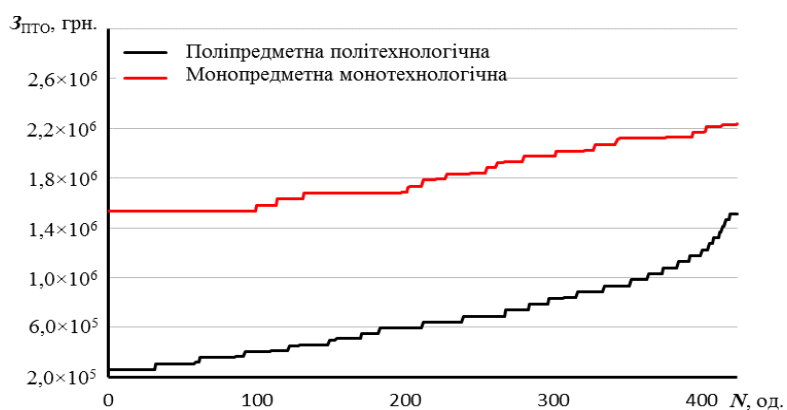
Додаток В.4 Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації а) ТО–2, ТО–3 і ТО–3^{ПР}, б) ТО–2, ТО–3 і ТО–3^{КР}.



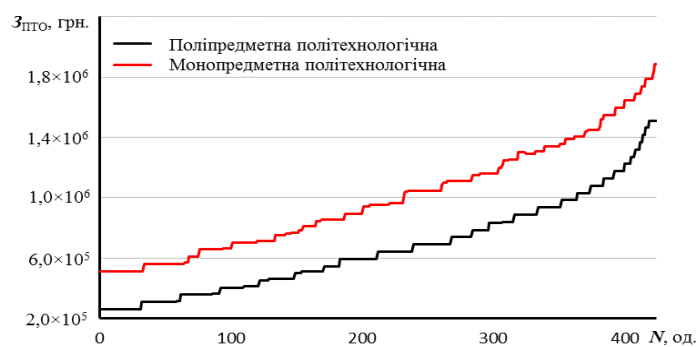
Додаток В.5 Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації а) ТО–2, ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}, б) ТО–3, ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}.



Додаток В.6 Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації ТО–2, ТО–3, ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}.

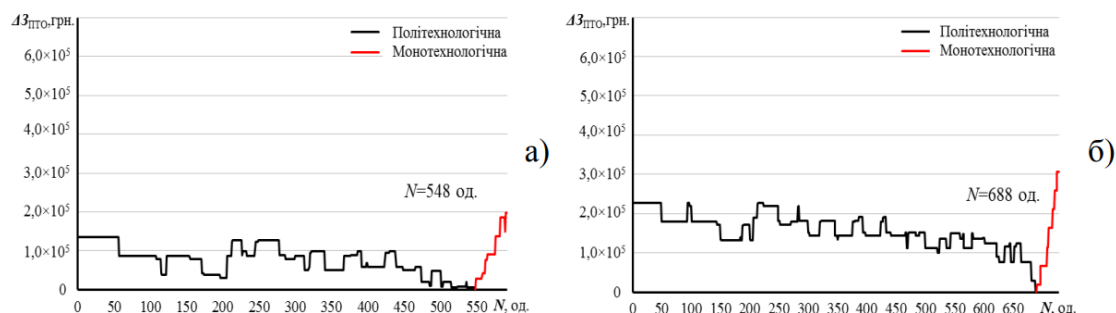


Додаток В.7 Сумісність виконання ТП всіх видів ТО для монопредметної монотехнологічної та поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0

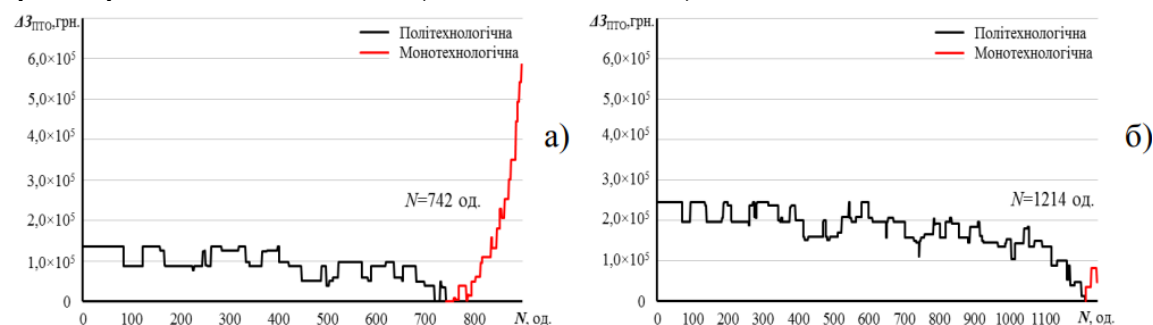


Додаток В.8 Сумісність виконання ТП всіх видів ТО для монопредметної політехнологічної та поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0

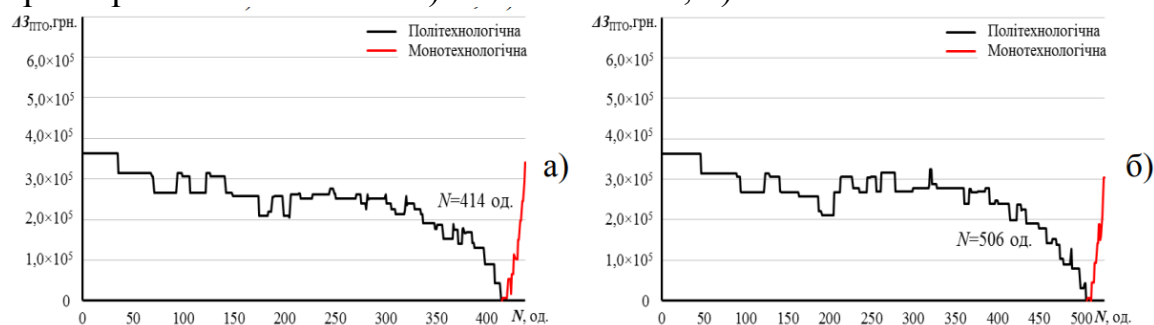
ДОДАТОК Г



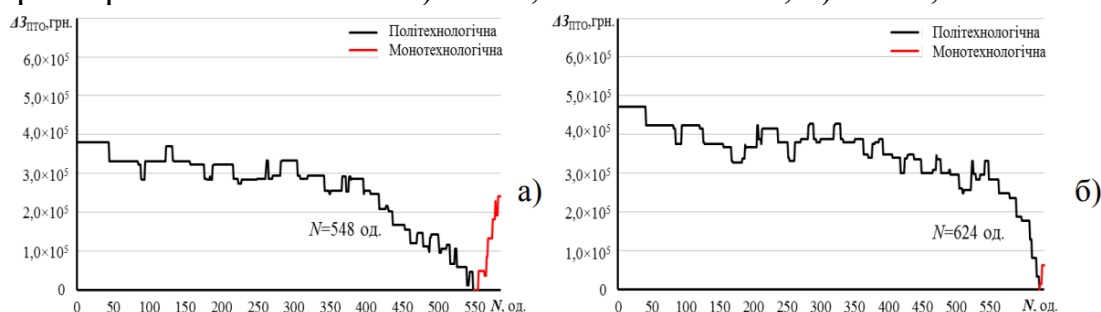
Додаток Г.1 Сподіваний економічний ефект від впровадження монопредметної монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ-150К-09: а) ТО-2 і ТО-3, б) ТО-3 і ТО-3^{ПР}



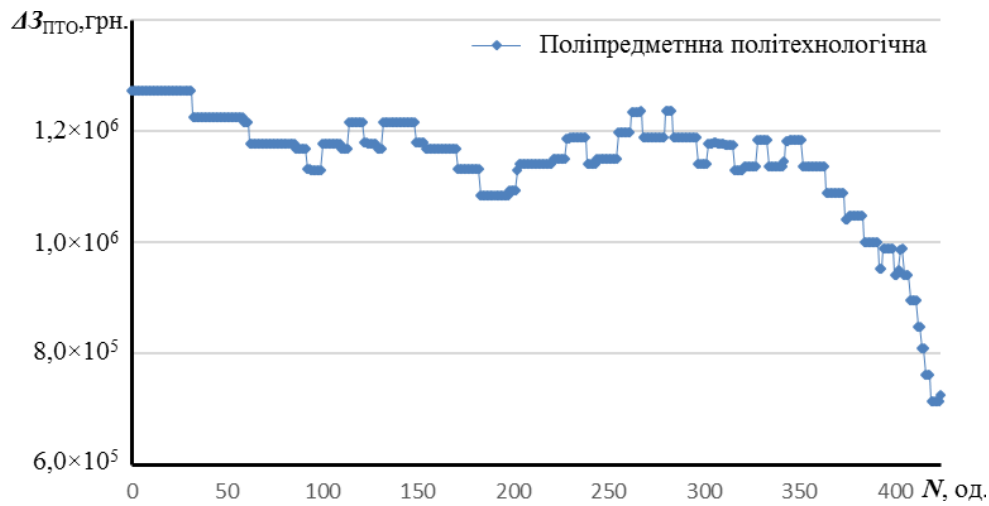
Додаток Г.2 Сподіваний економічний ефект від впровадження монопредметної монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ-150К-09: а) ТО-2 і ТО-3^{КР}, б) ТО-3^{ПР} і ТО-3^{КР}



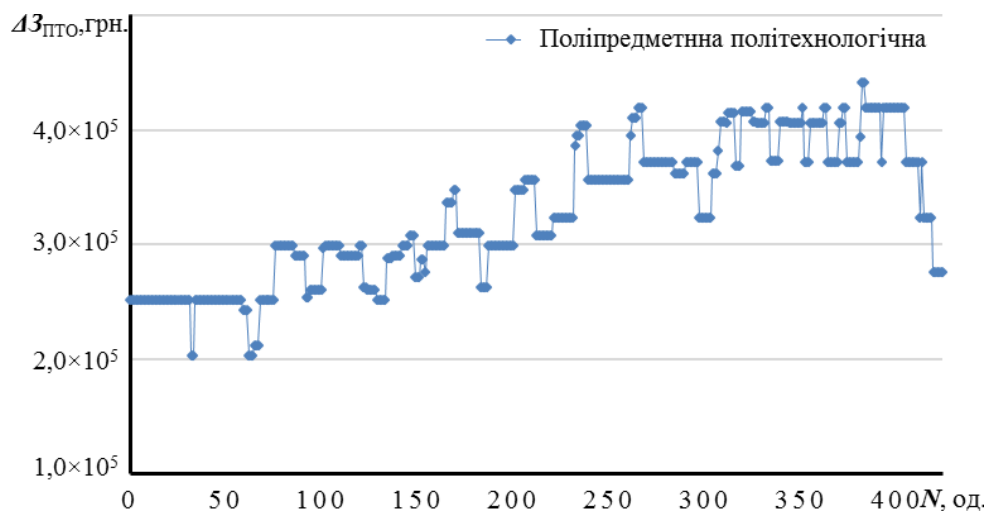
Додаток Г.3 Сподіваний економічний ефект від впровадження монопредметної монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ-150К-09: а) ТО-2, ТО-3 і ТО-3^{ПР}, б) ТО-2, ТО-3 і ТО-3^{КР}



Додаток Г.4 Сподіваний економічний ефект від впровадження монопредметної монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ-150К-09: а) ТО-2, ТО-3^{ПР} і ТО-3^{КР}, б) ТО-3, ТО-3^{ПР} і ТО-3^{КР}



Додаток Г.5 Сподіваний економічний ефект від впровадження поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ порівняно з монопредметною монотехнологічною спеціалізацією



Додаток Г.6 Сподіваний економічний ефект від впровадження поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ порівняно з монопредметною політехнологічною спеціалізацією