

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

БАРАБАШ РУСЛАН ІВАНОВИЧ

УДК 631.173.4

ДИСЕРТАЦІЯ
«ОБГРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ СТРУКТУРИ ПУНКТІВ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ ХТЗ»

Спеціальність 05.05.11 «Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва»
(технічні науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Р.І. Барабаш

Науковий керівник:
доктор технічних наук, доцент
Кузьмінський Роман Данилович

Львів – 2021

АНОТАЦІЯ

Барабаш Р.І. Обґрунтування виробничої структури пунктів технічного обслуговування тракторів ХТЗ. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» (технічні науки). – Львівський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Львів, 2021.

Дисертацію присвячено вирішенню питань підвищення ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ за рахунок обґрунтування раціональної виробничої структури та спеціалізації фірмових пунктів технічного обслуговування.

Дослідження, що проводилися в нашій роботі, ґрунтуються на методі моделювання технологічних процесів технічного обслуговування.

Для аналізу конструктивно-технологічного базису тракторів ХТЗ різних моделей окреслювали навколо трактора межі робочих зон відповідно до антропометричних даних людини, дотримуючись правила: в одній робочій зоні може знаходитись один працівник і виконуватись лише одна операція.

Вибір ремонтно-технологічного обладнання для проведення технічного обслуговування відбувався за критерієм технічного рівня диференціальним методом та за рекомендаціями заводу-виробника. Цей метод характеризується такими основними показниками: призначення, надійність, економічність, ергономічність, естетичність та екологічність.

Тривалості технологічних операцій визначали методом хронометражу на базі ННЦ ЛНАУ, розрахунково-аналітичним та за допомогою типових норм часу на виконання технічного обслуговування, встановлених заводом-виробником.

Побудова неупорядкованої моделі технологічних процесів технічного обслуговування є віддзеркаленням послідовності виконання технологічних операцій у визначених робочих зонах. Впорядкування структури технологічних процесів дає змогу окреслити розклад праці робітників S_u , виконання операцій обладнанням r -го типу S_r на S_f постах.

У технологічних процесах технічного обслуговування, на відміну від процесу ремонту та розбирання-складання, немає строго встановленої виробничо-технологічної послідовності виконання операцій. Лише деякі групи операцій мають чітку черговість, це дає можливість під час моделювання за певної кількості робочих зон, робітників та обладнання суттєво скоротити тривалість технічного обслуговування.

Моделювання технологічних процесів технічного обслуговування передбачало декілька етапів:

- змінна кількість робітників та незмінна кількість обладнання і постів;
- кількості працівників та обладнання змінювалися, та не змінювалася кількість постів;
- моделювання при змінній кількості робітників, обладнання та постів.

Процес моделювання дав змогу визначення мінімально можливої тривалості технологічних процесів різних моделей.

Методика вибору раціональних відмін технологічних схем процесу з техніко-економічної точки зору дає змогу обґрунтувати доцільність різних виробничих структур.

Результати обґрунтування раціональних відмін технологічних процесів показують, що в діапазоні певних значень продуктивності виробнича структура пунктів технічного обслуговування, яка визначається кількістю основного ремонтно-технологічного обладнання K_r і кількістю постів f , залишається незмінною, а змінюється лише кількість робітників u . Таким чином, отримано ряд виробничих структур пунктів технічного обслуговування тракторів ХТЗ з

різною виробничою структурою, впорядкований у зростаючому порядку за значенням річної продуктивності Q_p (за значенням головного параметра).

Для кожної виробничої структури пункту технічного обслуговування з параметричного ряду встановлено раціональні значення продуктивності Q_{prat} , що забезпечують мінімальну собівартість технічного обслуговування (тобто $C_{ПТО} \rightarrow \min$). Для сформованого параметричного ряду раціональні продуктивності всіх пунктів технічного обслуговування збігаються з максимальними ($Q_{prat} = Q_{pmax}$).

На підставі аналізу конструкції, а також антропометричних даних людини сформовано навколо тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0 вісім та десять робочих зон для розміщення виконавців під час планових технічних обслуговувань.

Ми проводили дослідження технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ різних моделей. З метою уточнення та деталізації норм часу на операцій технічного обслуговування в умовах ННКЦ ЛНАУ проведено хронометраж процесів ТО-2, ТО-3, ТО-3^{ІІР} і ресурсного ТО-3^{КР} тракторів ХТЗ різних моделей.

Складні види технічного обслуговування як тракторів ХТЗ-150К-09, так і тракторів ХТЗ-3522 вимагають виконання щораз більшої кількості операцій $N_{ЕТО}$ більшої сумарної тривалості Σt , застосування щораз більшої кількості типів різного обладнання R . Водночас для складніших видів технічного обслуговування зростає й кількість робочих зон, що уможлиблює одночасне використання в технологічних процесах більшої кількості робітників, однак збільшується мінімально можлива теоретична тривалість $T_{ТТ\min}$ процесів технічного обслуговування. Як наслідок, технологічні процеси складніших видів технічного обслуговування є менш технологічними K_{mex} .

На підставі упорядкованих моделей для кожного технічного обслуговування встановлено сумарну тривалість усіх операцій технологічних процесів Σt , а також важливий динамічний показник ремонтпридатності – мінімально можливу тривалість технологічних процесів $t_{ТТ\min}$.

Моделювання технологічних процесів технічного обслуговування полягало у формуванні для заданої кількості постів (фронту f) пункту технічного обслуговування, заданої кількості робітників u та заданої кількості основного ремонтно-технологічного обладнання усіх R_{max} потрібних типів K_r взаємозумовлених розкладів виконання операцій S_f , S_u та відповідно S_r . Для кожного технічного обслуговування розклади S_f , S_u і S_r формували за допомогою розподілу всього масиву операцій між робітниками та обладнанням постів пункту технічного обслуговування з урахуванням обмежень на можливу послідовність їх виконання, що задана невпорядкованими моделями технологічних процесів відповідних технічних обслуговувань, з використанням автоматизованої системи проєктування. На підставі сформованих розкладів виконання операцій для заданих f , u і K_r визначали тривалості процесу $T_{ТП}$ різного технічного обслуговування тракторів ХТЗ.

Збільшення кількості робітників u зменшує $T_{ТП}$ і $T_{Ц}$ тракторів ХТЗ–150К–09. Однак залучення щораз більшої кількості робітників усе менше скорочує тривалості $T_{ТП}$ і $T_{Ц}$, аж до повної стабілізації їхніх значень на рівні мінімально можливих.

Збільшення кількості постів f пункту технічного обслуговування не впливає на значення $T_{ТП}$ технічного обслуговування тракторів ХТЗ–150К–09, однак, за дотримання умови $u \geq f$, дещо зменшує тривалість технологічного циклу $T_{Ц}$, що рівнозначно збільшенню продуктивності пунктів технічного обслуговування. Зазначимо, що якщо $f = 1$ од., то $T_{ТП} = T_{Ц}$.

Максимальна кількість залучених робітників для проведення ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 при $f=1$ і $f=2$ становитиме $u=6$ осіб.

Збільшення кількості ремонтно-технологічного обладнання дає можливість скорочення тривалості технологічних процесів ТО–2, так, при $K_{r1}=2$ од. для фронту $f=1$ і $f=2$ буде відповідно рівний $T_{ТПmin}=2,65$ год та $T_{ТПmin}=2,46$ год; $K_{r1}=3$ од. $T_{ТПmin}=2,5$ год та $T_{ТПmin}=2,38$ год і $K_{r1}=4$ од. $T_{ТПmin}=2,43$ год та $T_{ТПmin}=2,34$ год.

Збільшення кількості K_r основного ремонтно-технологічного обладнання будь-якого типу для сталої кількості робітників ($u = const$) і дотримання нерівності $u \geq K_r$ зменшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу обладнання цього типу η_r незалежно від кількості постів f пункту технічного обслуговування. Водночас для $u = const$ і $K_r = const$ за умов $u \geq K_r$ і $u \geq f$ збільшення кількості постів f збільшує значення η_r .

Зростання кількості робітників u збільшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу η_r основного обладнання усіх типів, а збільшення кількості постів f пункту технічного обслуговування підсилює цей вплив.

Порівняння залежностей тривалостей технологічних процесів $T_{ТП}$ однакових видів ТО-3^{КР} тракторів ХТЗ різних класів 4,0 і 0,9 дало змогу виявити, що залучена кількість робітників до технологічних процесів технічного обслуговування u_{max} залежатиме від кількості робочих зон та операцій. Із збільшенням постів f кількість залучених працівників u зростатиме непропорційно. Максимальна тривалість технологічних процесів технічного обслуговування тракторів класу 4,0 удвічі більша від тракторів класу 0,9, а мінімальна різниця тривалостей з урахуванням залучення різної кількості працівників становитиме лише 40 %.

Збільшення кількості робітників u зменшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу робітників η_u для всіх моделей тракторів ХТЗ, але у класу 4,0 він буде дещо вищим порівняно з класом 0,9.

Для сталої кількості основного обладнання всіх типів ($K_r=1$ од.) збільшення кількості робітників u збільшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу η_r обладнання всіх типів, а збільшення кількості постів f пунктів технічного обслуговування підсилює цей вплив.

За результатами моделювання встановлено, що найбільший вплив на скорочення тривалості технологічних процесів усіх технічних обслуговувань тракторів ХТЗ має зростання кількості робітників u . Зменшення тривалості

технологічних процесів технічного обслуговування не є пропорційним до зростання кількості робітників u – застосування все більшої кількості виконавців все менше скорочує тривалість $T_{ТП}$, асимптотично наближаючись до мінімально можливого значення $t_{ТПmin}$.

Кількість максимально залучених працівників до технічного обслуговування тракторів ХТЗ при збільшенні кількості постів пунктів технічного обслуговування (ПТО) (фронту f технічного обслуговування) зростає непропорційно, але не впливає на значення $T_{ТП}$, однак, за дотримання умови $u \geq f$, дещо зменшує тривалість технологічного циклу $T_{Ц}$, що рівнозначно збільшенню продуктивності ПТО. Використання для будь-якого технічного обслуговування трактора ХТЗ при $f=1$ більше шести та $f=2$ десяти робітників не має змісту, оскільки не матиме суттєвого впливу на скорочення значення $T_{ТП}$.

Водночас слід зазначити, що якщо збільшення кількості робітників уможливило скорочення тривалості технологічних процесів технічного обслуговування в 3,6...4,8 рази, то збільшення кількості основного обладнання – лише на 5...15 %. Для сталої кількості основного обладнання всіх типів збільшення кількості робітників u зменшує значення коефіцієнтів використання фондів їхнього робочого часу η_u та збільшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу η_r обладнання всіх типів, а збільшення кількості постів f пунктів технічного обслуговування підсилює цей вплив.

Результати обґрунтування раціональних відмін технологічних процесів показують, що в діапазоні певних значень продуктивності виробнича структура пунктів технічного обслуговування, яка визначається кількістю обладнання K_r і кількістю постів f , залишається незмінною, а змінюється лише кількість робітників u .

Таким чином, отримано ряд виробничих структур ПТО різних моделей тракторів ХТЗ з різною виробничою структурою, впорядкований у зростаючому порядку за значенням річної продуктивності Q_p (за значенням головного параметра) – параметричний ряд.

Для кожної виробничої структури ПТО з параметричного ряду встановлено раціональні значення продуктивності Q_{prat} , що забезпечують мінімальну собівартість технічного обслуговування (тобто $C_{\text{ТО}} \rightarrow \min$). Слід зазначити, що значення головного параметра ПТО $Q_{\text{p max}}$ не утворюють жодних прогресій – ні арифметичних, ні геометричних.

Розглядалися технологічні процеси технічного обслуговування тракторів ХТЗ в спільному потоці та на спеціалізованих постах. Якщо затрати на обслуговування на спеціалізованих постах $Z_{i+j+\dots+n}^{\text{ПТО}}$ є більші, ніж на пості багатопредметної спеціалізації $Z_{i,j,\dots,n}^{\text{ПТО}}$, то для таких співвідношень часткових програм буде мати місце сумісність, якщо навпаки, то несумісність.

У разі річного нормативного напрацювання тракторів ХТЗ–Т150К–09 класу 4,0 сумісність технологічних процесів різних технічних обслуговувань у спільному потоці залежить від кількості тракторів у зоні обслуговування і становить для монопредметної політехнологічної спеціалізації 396 од.

Аналогічні розрахунки було проведено для тракторів ХТЗ–3522 класу 0,9 для монопредметної політехнологічної спеціалізації 1088 од.

Отримано патент на корисну модель комбінованого гайкового ключа.

Результати досліджень впроваджено в ПАТ «Харківський тракторний завод» та навчальний процес Львівського національного аграрного університету на кафедрі експлуатації та технічного сервісу машин ім. професора Семковича О.Д під час виконання магістерських робіт, проведення лекцій і лабораторно-практичних робіт.

Ключові слова: технічне обслуговування, технологічний процес, трактор, пост, спеціалізація, пункти технічного обслуговування.

ANNOTATION

Barabash R.I. Substantiation of the production structure of maintenance points for the KhTZ tractors – Qualifying scientific paper published with a copyright on manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical sciences on specialty 05.05.11 – Machines and Machinery in Agricultural Production (technical sciences). – Lviv National Agrarian University of Ministry of Education and Science of Ukraine, 2021.

The thesis focuses on solving the issue dealing with increase in efficiency of technological processes of the KhTZ tractors technical maintenance through substantiation of the rational production structure and specialization of the branded maintenance points.

The research that has been conducted at our work is based on the method of technological processes technical maintenance simulation.

In order to analyze the constructive and technological basis of the KhTZ tractors of various models, the borders of working areas were outlined around the tractor with the response to the person's anthropologic data governed by the rule – only a single employee could stay in one working area exercising one operation.

The selection of repair and technological equipment for technical maintenance was carried out according to the technical level criterion by the differential method and the recommendations of the manufacturer. This method is characterized by the following main indicators: purposefulness, reliability, efficiency, ergonomics, aesthetics and environmental friendliness.

Determination of the technological operations duration was carried out by the timekeeping method on the basis of the LNAU Scientific and Educational Center, as well as applying the computational and analytical technique, and using the standard norms of time for technical maintenance performing established by the manufacturer.

The construction of a technological processes technical maintenance disordered model is a reflection of the technological operations sequence in certain working areas. The ordering of the technological processes structure makes it possible to

single out the working schedule of workers S_u , the execution of operations with S_r equipment of the r -type at S_f posts.

In technological processes technical maintenance, in contrast to the repair and disassembly-assembly process, there is no strictly established production and technological sequence of operations. Only some groups of operations have a clear sequence, this makes it possible, when simulating with a certain number of working areas, workers and equipment, to reduce significantly the technical maintenance duration.

Technological processes technical maintenance simulation provided for several stages:

- a variable number of workers and constant number of equipment and posts;
- the number of workers and equipment changed, while the number of posts did not change;
- simulation with a variable number of workers, equipment and posts.

The simulation process made it possible to determine the technological processes minimum possible duration for various models.

The methodology for selecting rational types in technological process flow diagrams makes it possible, from a technic-economical perspective, to substantiate the feasibility of various production structures.

The results of substantiating the rational technological processes types present that in the range of certain values of productivity, the production structure of the maintenance points, which is determined by the number of the main technological equipment K_r and the number of posts f , remains stable, and only the number of workers u changes. Thus, there was obtained a range of production maintenance points structures for the KhTZ tractors with different production structure, ordered in ascending order by the value of the annual productivity Q_p (by the value of the main parameter).

For every of the maintenance points production structure, the rational values of productivity Q_{popt} providing the minimum prime cost of technical maintenance (that

is $C_{ITTO \rightarrow min}$) are established from a parametric series. For the parametric series developed, the rational productivity of all the maintenance points coincides with the maximum ones ($Q_{p\ opt} = Q_{p\ max}$).

Based on the analysis of the constructs, as well as human anthropological data, eight and ten working zones were formed around the KhTZ tractors of classes 0.9 and 4.0 to accommodate performers during the scheduled technical maintenances.

We have conducted a study of the technological processes technical maintenance for the KhTZ tractors of different models. In order to clarify and detail the norms of time for the technical maintenance operations in the maintenance points conditions of the LNAU Scientific and Educational Center's tractors, the timekeeping of the processes of TO-2, TO-3, TO-3^{IP} and resource TO-3^{KP} for the KhTZ tractors of different models has been implemented.

Complex technical maintenance types of both KhTZ-150K-09 tractors and the KhTZ-3522 ones require an increasing number of N_{ETO} operations of greater total duration Σt , as well as the use of an increasing number of various R equipment types. At the same time, for more complex technical maintenance types, the number of working zones also grows, which allows the simultaneous use of a larger number of workers in the technological processes, however, the minimum possible theoretical duration of technical maintenance processes $T_{TII\ min}$ increases. As a consequence, technological processes of complex technical maintenance types are less technological K_{mex} .

On the basis of ordered models for each technical maintenance, the total duration of all technological processes operations Σt , as well as an important dynamic indicator of maintainability - the minimum possible technological processes duration $t_{TII\ min}$ - were established.

The simulation of the technological processes technical maintenance consisted in the formation for a given number of posts (front f) of a maintenance point, a given number of workers u and an assigned number of the main technological equipment of all the required types $K_r R_{max}$ of interdependent schedules for performing operations

S_f , S_u and, accordingly, S_r . For each technical maintenance, the S_f , S_u and S_r schedules were formed by dividing the entire array of operations among workers and equipment of the maintenance points posts, considering the restrictions on the possible sequence of their execution, given by the corresponding technical maintenance disordered technological processes models, using an automated design system. On the basis of the formed schedules of operations execution for given f , u and K_r , the duration of the process T_{TII} of the various KhTZ tractors' technical maintenance was determined.

An increase in the number of workers u reduces the T_{TII} and T_{II} of the KhTZ-150K-09 tractors. However, the attraction of an increasing number of workers reduces the duration of T_{TII} and T_{II} less and less, until their values become completely stabilized at the minimum possible level.

An increase in the number of posts f of the maintenance points does not affect the value of the technical maintenance T_{TII} of the KhTZ-150K-09 tractors, however, subject to the condition $u \geq f$, it somewhat reduces the duration of the technological cycle T_{II} , equivalent to an increase in the productivity of the maintenance points. Note that if $f = 1$ unit, then $T_{TII} = T_{II}$.

The maximum number of workers involved for carrying out TO-2 for the KhTZ-150K-09 tractor with $f=1$ and $f=2$ will be $u=6$ people.

The increase in the number of technological equipment makes it possible to reduce the duration of the technological processes TO-2, so with $K_{rI}=2$ units for the front $f=1$ and $f=2$ it will be equal respectively to $T_{TIImin} = 2.65$ hours and $T_{TIImin} = 2.46$ hours; if $K_{rI} = 3$ units, then $T_{TIImin} = 2.5$ hours and $T_{TIImin} = 2.38$ hours, and if $K_{rI} = 4$ units, then $T_{TIImin} = 2.43$ hours and $T_{TIImin} = 2.34$ hours.

An increase in the K_r number of the main technological equipment of any type for a constant workers' number ($u = const$) and the observance of the inequality $u \geq K_r$ reduces the values of the working time usage coefficients for a technological equipment of this type, regardless of the number of maintenance points posts f . At the same time, for $u = const$ and $K_r = const$, under the conditions $u \geq K_r$ and $u \geq f$, an increase in the number of posts f leads to an increase in the values of η_r .

An increase in the number of workers u increases the value of the working time funds usage coefficients η_r of the main technological equipment of all types, and an increase in the number of maintenance points posts f enhances this effect.

The comparison of the dependences of the technological processes durations T_{TII} of the TO-3^{KP} same types for the KhTZ tractors of different classes 4.0 and 0.9 made it possible to find that the number of workers involved in technological processes technical maintenance u_{max} will depend on the number of working zones and operations. With an increase in posts f , the number of hired workers u grow disproportionately. The maximum duration of technological processes technical maintenance for tractors of class 4.0 is twice that of tractors of class 0.9, and the minimum difference in duration, considering the involvement of a different number of workers, will be only 40%.

An increase in the number of workers u decreases the values of the workers working time funds usage coefficients η_u for all models of the KhTZ tractors, but for the 4.0 class it will be slightly higher compared to the 0.9 one.

For a constant number of the main technological equipment of all types ($K_r=1$ unit), an increase in the number of workers u enhances the value of the working time funds usage coefficients of using funds η_r for technological equipment of all types, and an increase in the number of maintenance points posts f strengthens this effect.

Based on the simulation results, it was found that the greatest impact on the reduction in the duration of technological processes of all the KhTZ tractors' technical maintenance has an increase in the number of workers u . A decrease in the duration of technological processes technical maintenance is not proportional to the increase in the number of workers u - the use of an increasing number of performers reduces the T_{TII} duration for less and less, slowly approaching the minimum possible value of t_{TIImin} .

The number of maximum employees involved in the KhTZ tractors technical maintenance with an increase in the number of maintenance points (front f of technical maintenance) grows disproportionately but does not affect the value of T_{TII} .

However, subject to the condition $u \geq f$, it somewhat reduces the duration of the technological cycle T_{II} , which is equivalent to an increase in the maintenance points productivity. The use of more than six workers with $f = 1$ and ten ones when $f = 2$ for a KhTZ tractor's technical maintenance does not make any sense since it will not have a significant effect on reducing the T_{III} value.

At the same time, it should be noted that if an increase in the number of workers makes a decrease in the duration of technological processes technical maintenance by 3.6 ... 4.8 times, then an increase in the number of the main technological equipment – only by 5 ... 15%. For a constant number of the main technological equipment of all types, an increase in the number of workers u decreases the values of the coefficients of their working time funds usage η_u and increases the value of the coefficients of working time funds usage η_r for technological equipment of all types, and an increase in the number of maintenance points posts f enhances this effect.

The results of substantiating the rational differences of technological processes show that in the range of productivity certain values, the maintenance points production structure, which is determined by the number of the main technological equipment K_r and the number of posts f , remains unchanged, and only the number of workers u changes.

Thus, a number of maintenance points production structures of various models of the KhTZ tractors with different production structures was obtained, ordered in ascending order by the value of the annual productivity Q_p (by the value of the main parameter) - a parametric series.

For each of the maintenance points production structure from the parametric series, rational values of the productivity Q_{prat} are set, ensuring the minimum cost of the technical maintenance (that is, $C_{TO} \rightarrow \min$). It should be noted that the values of the maintenance points main parameter $Q_{p \max}$ do not form any progressions - neither arithmetic nor geometric.

Technological processes technical maintenance of the KhTZ tractors was considered in the general flow and at specialized posts. If the cost of servicing at

specialized posts $3_{i+j+\dots+n}^{ITO}$ is more than at the post of multidisciplinary specialization $3_{i,j,\dots,n}^{ITO}$, then for such ratios of additional programs there will be compatibility, if on the contrary, then incompatibility.

In the case of an annual normative development of tractors of the KhTZ -T150K-09 class 4.0, the compatibility of technological processes of various technical services in a joint flow depends on the number of tractors in the service area and is for monoprodmet polytechnological specialization - 396 units.

Similar calculations were carried out for tractors of KhTZ -3522 class 0.9 for monopredmetulical polite technological specialization - 1088 units.

Utility model patent for combination wrench has been received.

The research results are implemented in Kharkiv Tractor Plant, PJSC and in the educational process of the Lviv National Agrarian University at the Department of Operation and Technical Service of Machines named after Prof. A.D. Semkovych when performing master's work, conducting lectures and laboratory-practical activities.

Key words: technical maintenance, technological process, tractor, post, specialization, maintenance points.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ БАРАБАША Р.І. ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України,
у тому числі включених до міжнародних наукометричних баз даних

1. Kuzminskyj R., **Barabash R.** Organizational and technological compatibility of the technological processes of second and third line maintenance of KhTZ-3522 tractors. Contemporary Research Trends in Agricultural Engineering, BIO Web of Conferences 10, 02015 (2018) P. 1–8. Engineering and Technology. doi: 10.1051/bioconf/20181002015. *(Здобувачем досліджено організаційно-технологічну сумісність технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ-3522).*

2. Семкович О. Д., **Барабаш Р. І.** Стан і перспективи розвитку ринку технічного сервісу в агропромисловому комплексі України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження.* 2005. № 9. С. 9–15. *(Здобувачем проаналізовано стан ринку технічного сервісу в АПК України).*

3. Кузьмінський Р. Д., **Барабаш Р. І.** Параметри та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження.* 2006. № 10. С. 66–73. *(Здобувачем досліджено залежності між параметрами та показниками ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах).*

4. Сидорчук О. В., Семерак М. М., Кузьмінський Р. Д., **Барабаш Р. І.**, Шолудько Я. В. Концепція управління проектом технічного обслуговування тракторів. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження.* 2008. № 12, т. 1. С. 16–21. *(Здобувачем обґрунтовано концепцію управління проектом технічного обслуговування тракторів).*

5. Сидорчук О. В., Кузьмінський Р. Д., **Барабаш Р. І.** Закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на ремонт агрегатів. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для*

сільського господарства України: зб. наук. пр. Київ: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Вип. 10 (24), кн. 1. С. 69–76. (Здобувачем досліджено закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на технічне обслуговування).

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

7. Сидорчук О. В., Кузьмінський Р. Д., **Барабаш Р. І.**, Михалюк М. А. Технологічна складова функціональної структури системи фірмового технічного обслуговування тракторів ХТЗ. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. 2009. № 13, т. 2. С. 73–80. (Здобувачем обґрунтовано технологічну складову функціональної структури фірмового технічного обслуговування тракторів).*

8. 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. (Здобувачем обґрунтовано виробничу структуру пунктів технічного обслуговування тракторів).*

9. **Барабаш Р. І.** Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–150К–09. *Сільськогосподарські машини: зб. наук. пр. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. Вип. 32. С. 18–26.*

10. Кузьмінський Р. Д., **Барабаш Р. І.** Підвищення коефіцієнта технічного використання тракторів ХТЗ скороченням тривалості їх технічного обслуговування. *Вісник ХНТУ ім. П. Василенка: Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. 2015. № 163. С. 78–83. (Здобувачем досліджено вплив підвищення коефіцієнта технічного*

використання тракторів ХТЗ на скорочення тривалості технічного обслуговування).

11. Кузьмінський Р. Д., Іванишин В. В., **Барабаш Р. І.**, Ткач О. В. Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–3522. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету: Технічні науки.* 2016. № 24, т. 2. С. 175–184. *(Здобувачем досліджено вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів).*

Статті у наукових виданнях інших держав

12. **Барабаш Р. И.**, Михалюк М. А., Шолудько В. П., Шолудько Я. В. Обоснование рационального размещения и функционирования пункта технического обслуживания. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. An International Journal on Operation of Farm and Agri–food Industry Machinery.* Lublin; Rzeszow, 2014. Vol. 16, No. 4. P. 98–104. *(Здобувачем обґрунтовано раціональне розташування пункту технічного обслуговування тракторів).*

13. Кузьминський Р. Д., **Барабаш Р. И.**, Михалюк М. А. Анализ технологической и производственной составляющих структуры процессов технического обслуживания тракторов ХТЗ–Т150К–09. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. An International Journal on Operation of Farm and Agri–food Industry Machinery.* Lublin; Rzeszow, 2014. Vol. 16, No. 4. P. 303–309. *(Здобувачем проведено аналіз технологічної складової структури процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ).*

14. Kuzminskyj R., Krajnyk L., **Barabash R.**, Sosnowski S. Organizational and technological compatibility of the technological processes of all different types of maintenance of KhTZ-3522 tractors in the joint technological flow. *ECONTECHMOD. An International Quarterly Journal.* 2017. Vol. 6, No. 3, P. 5–16. *(Здобувачем досліджено організаційно-технологічну сумісність технологічних процесів різних видів технічного обслуговування тракторів ХТЗ-3522).*

Матеріали наукових конференцій

15. 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. *(Здобувачем проаналізовано технологічну структуру процесу технічного обслуговування тракторів ХТЗ).*

16. Кузьмінський Р. Д., **Барабаш Р. І.** Параметри та показники ефективності процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–17221. *Развитие науки в XXI веке: Междунар. науч.-практ. конф.* (Харьков, 11 апр. 2015 г.). Харьков, 2015. С. 60–65. *(Здобувачем досліджено залежності між параметрами та показниками ефективності процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ-17221).*

17. Кузьмінський Р. Д., **Барабаш Р. І.** Організаційно-технологічна сумісність технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах. *Крамаровські читання: матеріали VI Міжнар. наук.-техн. конф.* (Київ, 21 лют. 2019 р.). Київ: Вид. центр НУБіП України, 2019. С. 257–259. *(Здобувачем обґрунтовано організаційно-технологічну сумісність технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах).*

Патент України на корисну модель

18. Галушка В. П., Гайдучок В. М., **Барабаш Р. І.** Комбінований гайковий ключ: пат. України на корисну модель №20256, В25В13/00. № u200608074; заяв. 18.07.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. №1/2007. *(Здобувачем проаналізовано комбіновані гайкові ключі та запропоновано конструкцію, завдяки зміні якої відбувається підвищення продуктивності праці).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	23
ВСТУП.....	24
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ.....	36
1.1 Стан технічного обслуговування тракторів ХТЗ в Україні.....	36
1.2 Огляд досліджень у галузі технічного обслуговування і ремонту тракторів...	39
1.3 Технічне обслуговування тракторів у сільському господарстві за кордоном.....	46
Висновки до розділу 1.....	51
2. ТЕОРЕТИЧНІ ПІДСТАВИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	52
2.1 Системно-технологічні засади досліджень.....	52
2.2 Теоретичні засади дослідження технологічних процесів.....	57
2.3 Теоретичні положення становлення структури технологічних процесів технічного обслуговування та виробничої структури пунктів технічного обслуговування.....	61
2.4 Теоретичні положення розрахунку продуктивності стаціонарних постів...	67
2.5 Теоретичні положення обґрунтування спеціалізації стаціонарних постів...	69
Висновки до розділу 2.....	71
3. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	73
3.1 Загальна методологія досліджень.....	73
3.2 Методика вибору ремонтно-технологічного обладнання.....	75
3.3 Методика нормування операцій.....	79
3.4 Методика синтезу та аналізу технологічної і виробничої структури процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ.....	84
3.4.1 Побудова невпорядкованої моделі процесу.....	84
3.4.2 Впорядкування моделі технологічного процесу.....	88

3.5	Методика імітаційного моделювання технологічних процесів технічного обслуговування.....	91
3.5.1	<i>Загальна методологія моделювання.....</i>	91
3.5.2	<i>Алгоритм роботи системи пошуку рішення для фіксованої кількості робітників, ремонтно-технологічного обладнання та постів.....</i>	93
3.5.3	<i>Алгоритм роботи системи пошуку рішення для різноманітної конфігурації системи.....</i>	96
3.5.4	<i>Алгоритм роботи програми розрахунку та побудови параметричних рядів виробничих структур пунктів технічного обслуговування.....</i>	98
3.6	Методика вибору раціональних технологічних схем процесу.....	98
	Висновки до розділу 3.....	103
4.	РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ...105	
4.1	Результати аналізу конструктивно–технологічного базису технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ.....	105
4.2	Аналіз динаміки насичення регіону тракторами ХТЗ.....	112
4.3	Аналіз залежностей параметрів та показників ефективності технологічних процесів технічного обслуговування.....	115
4.4	Обґрунтування параметричних рядів виробничих структур пунктів технічного обслуговування.....	123
4.5	Обґрунтування спеціалізації постів пунктів технічного обслуговування...130	
	Висновки до розділу 4.....	134
5.	ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО.....136	
5.1	Техніко-економічна складова розрахунку витрат виробничих структур спеціалізації пунктів технічного обслуговування.....	136
5.2	Сподіваний економічний від впровадження спеціалізації пунктів технічного обслуговування.....	137
	Висновки до розділу 5.....	141

ВИСНОВКИ.....	142
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	145
ДОДАТКИ.....	160
ДОДАТОК А.....	161
ДОДАТОК Б.....	166
ДОДАТОК В.....	179
ДОДАТОК Г.....	193
ДОДАТОК Д.....	208
ДОДАТОК Е.....	211
ДОДАТОК Ж.....	215

ПЕРЕЛІК 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

Актуальність теми. Одним із найбільших і найважливіших секторів економіки України є агропромисловий комплекс, який забезпечує державу продовольством і сільськогосподарською сировиною, гарантує їй продовольчу безпеку і поліпшення життєвого рівня населення [66].

Відповідно до Закону “Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України” технічний сервіс – це забезпечення агропромислового комплексу технічними засобами і підтримання їх у технічно справному стані протягом усього періоду експлуатації, вивчення попиту, реклама, технічна і торгово-економічна інформація, доставка, передпродажна підготовка, гарантійне обслуговування нових та відремонтованих технічних засобів, забезпечення запасними частинами, навчання експлуатаційно-ремонтного персоналу.

Система технічного сервісу сільськогосподарського виробництва – це система, всі ланки якої спрямовані на розвиток матеріально-технічної бази аграрного сектору економіки країни. Вона забезпечує виробництво технічних засобів, оснащення ними сільськогосподарських товаровиробників, технічне і машинно-технологічне обслуговування, ефективне використання машинно-тракторного парку. Кінцевою метою технічного сервісу є одержання максимальної кількості сільськогосподарської продукції з мінімальними затратами праці і коштів на її виробництво [67].

Світовий і вітчизняний досвід свідчить про те, що технічний сервіс, система технічного обслуговування і ремонту (ТОР) стає найбільш перспективним бізнесом на ринку сільськогосподарської техніки. Це пов’язано не лише зі світовими тенденціями стрімкого зростання споживання сервісних послуг, а й викликане оновленням і зростанням парку сільськогосподарської техніки, підвищенням вимог до професійно важливих якостей працівників та рівня обслуговування, загального технічного стану машин та якості забезпечення ними технологічних процесів [67].

Одним з ефективних шляхів збереження діючих об'єктів і покращання рівня техсервісного забезпечення є створення на їх базі технічних центрів з гарантійного та післягарантійного обслуговування техніки. Більшість зарубіжних машинобудівних фірм розглядає організацію технічного сервісу своєї продукції як один із чинників, що дозволяє не тільки підвищити її конкурентоспроможність, а й одержати додатковий прибуток. Прибуток від технічного сервісу техніки часто перевищує прибуток від її реалізації в декілька разів. В умовах технічних центрів є можливість надавати техсервісні послуги високого ступеня складності, застосовувати зміцнювальні технології та прогресивне високопродуктивне обладнання і, як результат, забезпечити працездатність техніки впродовж амортизаційного терміну її експлуатації.

Ефективний комплекс послуг із TOP сільськогосподарської техніки дозволяє істотно знизити собівартість сільськогосподарської продукції. При цьому значно зростає роль інженерно-технічної служби підприємств та дилерської діяльності технічних центрів заводів–виготовлювачів сільськогосподарської техніки, які формують основу нової стратегії TOP машин у сільському господарстві. Це буде мотивацією для створення машинобудівними підприємствами власних центрів із TOP і неодмінною умовою конкурентоспроможності випущеної продукції [66].

У період функціонування Держкомсільгосптехніки техсервісні послуги були монополізовані, при цьому пропозиції значно перевищували попит. Існуючий на той час попит також штучно завищувався залученням у ремонт техніки, відремонтувати яку могли самі сільськогосподарські підприємства, але вони не мали необхідних запасних частин у достатній кількості, продаж яких також був монополізований. Нині попит на техсервісні послуги хоч і знизився, але пропозиції знизилися ще більш суттєво і на сьогодні потреба в якісному і своєчасному технічному сервісі задовольняється далеко не повністю.

Підтримання техніки в постійному робочому стані неможливе без відповідної ремонтно-технічної бази. У нинішніх умовах, коли технічна оснащеність сільськогосподарських товаровиробників досягла критичного

рівня, одним із заходів є підтримання наявного парку машин у робочому стані. При цьому необхідно відновлювати технічні засоби, які вже пройшли процедуру списання. Усе це необхідно проводити у спеціалізованих підприємствах техсервісу за участю заводів-виробників, які оснащені відповідним технологічним обладнанням і забезпечені висококваліфікованими інженерно-технічними і ремонтними кадрами.

Організаційно-економічний механізм формування технічного сервісу в сільському господарстві повинен діяти на основі наближення виробника до споживача, підвищення відповідальності машинобудівників за якість, надійність та економічність своєї продукції. Ці вимоги реалізуються через створення регіональних технічних центрів з реалізації сільськогосподарських машин і обладнання, мережі фірмових технічних центрів з реалізації, ТОР складної сільськогосподарської техніки, а також дилерських пунктів [69].

На жаль, вітчизняні заводи не можуть створити ремонтно-обслуговуючої бази, здатної займатися повноцінним фірмовим технічним обслуговуванням. Все це пов'язано з недостатнім фінансуванням. В основному їхні технічні центри і дилерські підприємства обмежуються продажем і передпродажним обслуговуванням технічних засобів.

У 1994 році було прийнято Закон України «Про права захисту споживачів» а у 1999 та 2004 роках доповнення до нього, в якому в розділі 1 «Загальні положення», ст. 1 п. 5 сказано: «Гарантійний строк – строк, протягом якого виробник (продавець, виконавець або будь-яка третя особа) бере на себе зобов'язання про здійснення безоплатного ремонту або заміни відповідної продукції у зв'язку з введенням її в обіг», розділ 2, ст. 4, пункт 2 та 5: «...забезпечити належну якість продукції та обслуговування»; «Виробник (виконавець) зобов'язаний забезпечити технічне обслуговування та гарантійний ремонт продукції, а також її випуск і поставку для підприємств, що здійснюють технічне обслуговування та ремонт, у необхідному обсязі та асортименті запасних частин протягом усього строку її виробництва, а після зняття з

виробництва – протягом строку служби, в разі відсутності такого строку – протягом десяти років».

Інтереси ефективного функціонування сільськогосподарського виробництва вимагають, щоб інфраструктура технічного сервісу була спроможна підтримувати технічний стан засобів механізації праці у постійній технічній готовності, працювала злагоджено й ефективно.

Цей ринок навіть за умов, коли попит на трактори й запасні частини значно обмежений купівельною спроможністю селян, оцінюється щодо запасних частин у 2,4 млрд грн.

За підрахунками, потреба в ремонтних роботах для наявного парку машин становить близько 5 млрд грн, з них 1,5 млрд грн – це обсяг ринку технічних послуг, на які є реальний попит і які можуть надавати сервісні підприємства.

Власники і користувачі сільськогосподарської техніки не повинні (як з економічного, так і з технічного погляду) виконувати весь обсяг робіт з ремонту й технічного обслуговування машин і обладнання. Добра третина загальної трудомісткості цих робіт вимагає спеціального обладнання, інструменту та високої кваліфікації виконавців і має виконуватись силами й засобами спеціалізованих підприємств технічного сервісу різного рівня, починаючи зі сільськогосподарських кооперативів технічного сервісу, розташованих безпосередньо поруч із сільськогосподарським товаровиробником, підприємств районного рівня і закінчуючи спеціалізованими підприємствами обласного і міжрегіонального рівнів.

Заводи-виробники та створені ними або з їх безпосередньою участю сервісні структури мають взяти на себе функції і відповідальність за реалізацію матеріально-технічних засобів та їх стан протягом гарантійного періоду та всього строку експлуатації, а також відновлення та повторний продаж частково зжитих машин. Ринок ресурсів повинен доповнюватися сервісними структурами, які мають виконувати функції перед- і післяпродажного технічного обслуговування [69].

Перспективи розвитку технічного сервісу в ринкових умовах полягають у: максимальному використанні наявних виробничих потужностей ремонтно-обслуговуючої бази завдяки реформуванню структур та переоснащенню відповідно до передових технологій виробництва; оптимізації розміщення мережі техсервісних підприємств і їх підрозділів у регіонах України з урахуванням уникнення монополізму в наданні послуг; обов'язковій участі підприємств-виготовлювачів техніки у формуванні мережі техсервісних підприємств і виконанні технічних послуг; упровадженні економічного механізму, що діє на договірних засадах і враховує взаємну вигідність та зацікавленість суб'єктів; вирішенні питань кредитно-фінансового забезпечення технічного сервісу [68].

Технічний сервіс доцільно покласти на фірмові технічні центри, дилерську мережу, ремонтно-обслуговуючі кооперативи, районні агротехсервісні комплекси, об'єднання ремонтних заводів, структури “Агроремтехзабезпечення” і “Украгротех”. Ці формування повинні створити мережу сервісно-консультативних і дорадчих служб для оптимізації машинно-тракторних парків господарств, обґрунтування раціональних форм кооперування у використанні та ремонті техніки [100].

Реформована мережа техсервісних підрозділів повинна підтримувати техніку в працездатному стані в гарантійний та післягарантійний періоди її експлуатації. Сільськогосподарські товаровиробники матимуть можливість вільно вибирати виконавців техсервісних послуг, посиляючись на якість, терміни виконання та вартість робіт.

Зараз фахівці вважають найраціональнішим використання тракторів потужністю, не меншою ніж 150 к.с. Саме на таких тракторах ще з часів індустріалізації спеціалізується Україна, тобто ТОВ «ХТЗ».

Тому важливого значення надають централізованому технічному обслуговуванню енергонасичених тракторів типу ХТЗ–150К за умов створення мережі фірмових центрів з технічного обслуговування, у тому числі із залученням приватного капіталу. Технічна готовність таких тракторів у

напружені періоди польових робіт у результаті своєчасного обслуговування і ремонту сягає 80 %, наробіток, порівняно з тракторами, які обслуговують в господарствах чи на фермах, збільшується на 10–16 %, а затрати на обслуговування і поточний ремонт скорочуються на 15–20 %. Треба зазначити, що в багатьох господарствах такі трактори експлуатуються не зовсім задовільно. Їхній середньодобовий наробіток на 20 % нижчий за нормативний, а затрати на утримання, значна частина яких припадає на поточний ремонт, значно більші.

Основними причинами незадовільного використання технічних можливостей таких машин є низький рівень організації та порушення правил технічного обслуговування та ремонту. В умовах господарств регламент технічного обслуговування виконується в обсязі 35 – 45 % запланованого. Недовиконання планових обсягів робіт припадає на найскладніші і найвідповідальніші операції ТО–2, ТО–3, ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}, а це, своєю чергою, призводить до збільшення затрат на усунення наслідків відмов і до тривалого простоювання машинно-тракторного парку (МТП) через технічні причини. За середньорічного наробітку трактора 1500 мотогодин простої через усунення наслідків відмов і для ремонту становлять у середньому 20–25 % робочого часу, за своєчасного і якісного обслуговування в повному обсязі середній наробіток на відмову збільшується в 1,2–1,5 рази, а коефіцієнт готовності МТП до експлуатації – на 10 – 15 %.

Практика показує, що при виконанні фірмового обслуговування через систему дилерських центрів і пунктів прокату техніки, які виконують договірні зобов'язання заводів-виробників, збільшується відповідальність останніх за якість своєї продукції і зменшуються витрати часу на ліквідацію несправності техніки під час її експлуатації [119].

Створення такої бази є складною науково-технічною проблемою, розв'язок якої передбачає розробку нової методології проектного розрахунку, яка б враховувала, по-перше, особливості експлуатації тракторів в основному сільськогосподарському виробництві з метою уникнення невідшкодовуваних

втрат врожаїв; по-друге, потребу ефективного використання матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів у процесах технічного обслуговування (ТО); по-третє, передбачала можливості розвитку сервісної бази (зміни кількості підприємств, їх виробничих потужностей та зони обслуговування) відповідно зі зміною кількісного та якісного складу тракторного парку.

Фактично не існує єдиної державної політики щодо технічного сервісу, відновлення працездатності матеріально-технічної бази. Не визначено навіть органу, відповідального за це.

Усі ці обставини зобов'язують відтворити мережу виробничого і технічного сервісу, активно сприяти становленню цього сегмента ринку технічних послуг.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Напрямок наукових досліджень, виконаних за темою дисертації, належить до основних наукових напрямів Львівського національного аграрного університету та є складовою частиною наукових досліджень з комплексних науково-дослідних робіт: «Організаційно-технологічна взаємодія в системі ремонту та експлуатації» (номер державної реєстрації 0193U029513), 1993–2000 рр.; «Розробка, впровадження енергозберігаючих механізованих процесів, технологій і систем аграрного виробництва й технічних засобів їх реалізації» (номер державної реєстрації 0100U00233,) 2000–2005 рр.; «Розробка технічних засобів та ресурсощадних технологій в землеробстві, рослинництві, тваринництві» (номер державної реєстрації 0106U002075), 2005–2010 рр.; «Розробка проектно-керованих інноваційних систем, ресурсощадних технологій і технічних засобів у агропромисловому виробництві та його енергозабезпеченні» (номер державної реєстрації 0106U002075), 2010–2014 рр.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності технологічних процесів (ТП) ТО тракторів Харківського тракторного заводу (ХТЗ) за рахунок обґрунтування раціональної виробничої структури та спеціалізації фірмових пунктів технічного обслуговування (ПТО).

Для досягнення сформульованої мети визначено такі завдання дослідження:

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

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

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

- розробити методика та програмне забезпечення її реалізації і провести машинний експеримент щодо визначення параметрів і показників ефективності ТП ТО тракторів ХТЗ на постах як моно-, так і поліпредметної та політехнологічної спеціалізації.

- 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 дисертаційної 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.

Наукова новизна одержаних результатів.

Уперше:

➤ отримано залежності між параметрами і показниками ефективності ТП ТО тракторів ХТЗ і показано, що задану продуктивність ПТО можна забезпечити для різних співвідношень значень кількості постів f , кількості робітників u і обладнання різних типів K_r , серед яких існує раціональне значення продуктивності ПТО;

➤ обґрунтовано метод визначення спеціалізації ПТО, який враховує структуру міжремонтного циклу тракторів і динаміку зміни їх кількості в зоні обслуговування й дозволяє підвищити точність розрахунку показників організаційно-технологічної сумісності (ОТС) як для різних рівнів завантаження ПТО за продуктивністю, так і для окремих виробничих структур ПТО.

Удосконалено:

➤ метод проектування ТП ТО за допомогою синтезу оптимальних розкладів виконання операцій, застосування якого дає можливість системно враховувати взаємозалежності між параметрами та показниками ефективності ТП і формувати параметричні ряди виробничих структур ПТО різної продуктивності.

Отримали подальший розвиток:

➤ теоретичні положення становлення предметної та технологічної гнучкості ПТО на підставі порівняльного аналізу витрат на реалізацію різних ТП ТО у спільному потоці.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягає:

– у розробці методики автоматизованого проектування ТП ТО тракторів, а також програмного забезпечення їх реалізації на ЕОМ (для систем автоматизованого проектування ТП ТО, які виконуються на стаціонарних постах);

- в обґрунтуванні параметричних рядів ПТО тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0 як моно-, так і багатопредметної спеціалізації, а також рекомендацій стосовно інженерного оперативного керування їх роботою в умовах коливань річної програми ТО, сезонної нерівномірності надходження замовлень;
- в обґрунтуванні рекомендацій стосовно доцільності поєднання в спільному потоці ТП різних ТО тракторів ХТЗ різних класів на ПТО різної продуктивності.

Результати досліджень впроваджені в ПАТ «Харківський тракторний завод» та у Львівському національному аграрному університеті, що підтвердило їх актуальність і практичну цінність.

Результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі Львівського національного аграрного університету для підготовки студентів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів спеціальності 208 «Агроінженерія», виконання курсових проєктів і дипломних робіт. Основні теоретичні положення дисертаційної роботи стали науково-методичною основою для розроблення програм дисциплін «Проєктування ТП технічного сервісу», «Проєктування сервісних підприємств».

Особистий внесок здобувача. Основні результати дослідження за темою дисертаційної роботи виконані автором особисто.

У наукових працях, опублікованих у співавторстві, внесок здобувача полягає в тому, що досліджено ОТС ТП ТО тракторів ХТЗ-3522 [38]; проаналізовано стан і перспективи розвитку ринку технічного сервісу в АПК України [97]; досліджено залежності між параметрами та показниками ефективності ТП технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах [39]; обґрунтовано концепцію управління проєктом ТО тракторів [98]; досліджено закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на ТО [99]; обґрунтовано функції управління системою ТО тракторів [100]; обґрунтовано технологічну складову функціональної структури фірмового ТО тракторів [101]; обґрунтовано виробничу структуру ПТО тракторів [102]; досліджено вплив підвищення коефіцієнта технічного використання тракторів

ХТЗ на скорочення тривалості ТО [40]; досліджено вплив збільшення кількості постів на показники ефективності ТП ТО тракторів ХТЗ–3522 [41]; обґрунтовано раціональне розташування ПТО тракторів [6]; проведено аналіз технологічної складової структури процесів ТО тракторів ХТЗ-Т150К-09 [42]; досліджено ОТС ТП різних видів ТО тракторів ХТЗ-3522 [43]; проаналізовано технологічну структуру процесу ТО тракторів ХТЗ [103]; досліджено залежності між параметри та показники ефективності процесів ТО тракторів ХТЗ-17221 [44]; обґрунтовано ОТС технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах [45].

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати роботи заслухані, обговорені та отримали позитивну оцінку на: Міжнародному науково-практичному форумі “Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти ефективного використання матеріально-технічної бази АПК” (м. Львів, 2008 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології в АПК» (м. Луцьк, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток науки в ХХІ столітті» (м. Харків, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве» (м. Мінськ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні розробки в аграрній сфері» (м. Харків, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наука та майбутнє» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні перспективи розвитку науки» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Крамаровські читання» (м. Київ, 2015 р., 2018–2020 рр.); щорічних звітних науково-практичних конференціях аспірантів та здобувачів ЛНАУ.

Публікації. Основний зміст і результати дисертаційної роботи опубліковано у 18 друкованих працях, зокрема 11 – у фахових наукових виданнях України, 4 – у міжнародних наукових виданнях, 3 – у збірниках праць і тез науково-практичних конференцій та форумів, 1 – патент України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел зі 135 найменувань та 6 додатків. Основна частина викладена на 122 сторінках тексту, містить 13 таблиць і 43 рисунки. Повний обсяг роботи з додатками становить 218 сторінок.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ

1.1 Стан технічного обслуговування тракторів ХТЗ в Україні

За роки реформування сільського господарства в незалежній Україні майже всі підприємства ремонтно-технічної бази “Сільгосптехніки” занепали, чинними залишилися лише третина з них. Вона визначала потреби у кількості і видах ремонтів, технічних обслуговувань, у кількості й спеціалізації підприємств технічного сервісу тощо. Постала гостра потреба у технічному обслуговуванні та ремонті техніки сільськогосподарських товаровиробників, що привело до зміни структури ринку сільськогосподарської техніки, яка вимагає інноваційних підходів до формування системи її технічного обслуговування та ремонту [97].

Успішний розвиток сільського господарства неможливий без забезпечення його належним технічним обслуговуванням та технікою. Таким чином, можна стверджувати, що рівень розвитку сервісних підприємств опосередковано визначає ефективність сільськогосподарських виробників. Враховуючи це, галузь машинобудування, ремонту і технічного обслуговування техніки та виробники сільськогосподарської продукції тісно взаємопов’язані. Система технічного обслуговування залежить від попиту на її послуги. Цей попит визначають споживачі – сільськогосподарські товаровиробники [97].

Створення ринкової інфраструктури в аграрному секторі дало поштовх для створення системи забезпечення матеріально-технічного обслуговування через фірмові технічні центри, лізингові компанії, спеціалізовані підприємства тощо.

Види послуг, які надавалися сільськогосподарським товаровиробникам, та їхні основні показники наведено у табл. 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 – Основні показники надання послуг сільськогосподарським товаровиробникам ремонтно-технічними підприємствами (РТП) України

Вид послуги	Рік				Відхилення 2014 р. до 2011 р.	
	2017	2018	2019	2020	+/-	%
1	2	3	4	5	6	7
Кількість РТП, од.	213	205	202	142	-71	-33,3
Ремонт сільськогосподарської техніки, тис. грн	29962,09	31844,0	25809,5	54176,0	24213,9	180,8
Реалізація сільськогосподарської техніки та запасних частин, тис. грн	73237,69	150065,8	136587,4	47060,1	-26177,6	-35,7
Інші послуги, тис. грн	27066,31	65147,8	60355,2	34319,0	7252,69	126,8
Всього послуг, тис. грн	130244,59	246442,6	222137,2	119050,0	-11194,6	-8,6
Надано послуг у середньому одним РТП, тис. грн	611,47	1202,16	1099,69	838,38	226,91	37,1

Джерело: розраховано автором на основі даних Міністерства аграрної політики та продовольства України.

Динаміка загальної кількості РТП України знижується, зокрема у 2017 - 2020 рр. кількість РТП зменшилась на 71 підприємство (33,3 %), що негативно може позначитися на результатах роботи сільгоспвиробників. Вагому частку затрат у 2017–2019 рр. становить закупівля нової сільськогосподарської техніки та запасних частин, у цей же період затрати на ремонт техніки становлять незначну частку. У 2020 р. структура затрат дещо трансформується, зростають витрати на ремонт сільськогосподарської техніки порівняно з 2018 та 2019 роками (45,5 % структури витрат) та зменшуються витрати на закупівлю нової техніки (65,5 % порівняно з 2019 р.) [112–115].

Таблиця 1.2 – Кількість РТП у розрізі регіонів

Регіон, область	Кількість РТП, од.			
	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020р.
1	2	3	4	5
АР Крим	7	7	7	5
Вінницька	20	19	19	10
Волинська	3	3	2	3

Кінець таблиці 1.2

1	2	3	4	5
Дніпропетровська	5	5	5	4
Донецька	14	14	14	14
Житомирська	7	7	6	6
Закарпатська	4	4	4	0
Запорізька	6	6	5	5
Ів.- Франківська	10	8	8	8
Київська	12	12	12	5
Кіровоградська	21	21	21	8
Луганська	10	10	10	6
Львівська	5	4	4	4
Миколаївська	5	7	7	7
Одеська	11	11	11	8
Полтавська	9	8	8	9
Рівненська	4	3	3	3
Сумська	12	12	12	3
Тернопільська	4	4	4	4
Харківська	12	11	11	10
Херсонська	6	6	6	3
Хмельницька	6	4	4	4
Черкаська	6	6	6	4
Чернівецька	8	8	8	5
Чернігівська	6	5	5	4
Разом	213	205	202	142

Джерело: дані Міністерства аграрної політики та продовольства України.

На ринку ТО посилюється деформація і невідповідність між попитом і пропозицією. Переважна більшість сільськогосподарських підприємств (малі і середні) якщо і мають змогу фінансувати купівлю нової техніки, то вже проведення післягарантійного фірмового технічного обслуговування більшість із них не в змозі профінансувати. Реальна необхідність проведення технічних обслуговувань в них існує, але вони не в змозі оплатити ці послуги. Тому у післягарантійний період зростають потреби на ремонт. Проведення ремонту сучасної сільськогосподарської техніки силами самих господарств є неможливим, оскільки в них відсутні відповідне ремонтно-технологічне обладнання (РТО) та технічна документація. Це становище сприяє розвитку альтернативних ПТО.

Вирішення проблем у галузі ТО об'єктів сільськогосподарських підприємств потребує комплексного підходу. Перш за все необхідно забезпечити сільгосп підприємства необхідною кількістю техніки, відсутність якої унеможлиблює впровадження інтенсивних технологій виробництва в сільському господарстві.

Аналіз динаміки ринку ТО сільськогосподарської техніки показав, що протягом останніх десятиліть відбулося значне зменшення кількості сервісних підприємств та відповідно послуг, які вони можуть надавати.

1.2 Огляд досліджень у галузі технічного обслуговування і ремонту тракторів

Першою роботою, присвяченою системі технічних обслуговувань сільськогосподарських машин, є «Правила по обслуговуванню за тракторами і їх польовому ремонту», опубліковані в 1932 році. Правила були складені на основі дослідно-статистичних середніх термінів служби деталей і заводських інструкцій з експлуатації вітчизняних та імпортованих тракторів. Система технічних доглядів складалася з восьми ступенів і передбачала примусову заміну деталей.

У створення наукових основ побудови системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки великий внесок зробили Г.В. Веденяпін, Б.С. Свіршевський, А.І. Селіванов, М.П. Сергєєв, І.Є. Ульман, С.С. Черепанов, В.І. Виноградов, А.П. Соломкіна, С.А. Іофіна, Ю.К. Киртбая, Н.С. Пасічників і багато інших вчених. Питанням удосконалення системи на основі методів діагностування присвячені основні праці Н.С. Івановського, В.М. Міхліна, А.В. Ніколаєнка, Б.В. Павлова, Б.А. Улітовського, Н.П. Терських, В.М. Лівшиці [34; 132; 134; 135].

З появою складної техніки проблема забезпечення необхідного рівня її експлуатаційної надійності стала однією з найважливіших. Актуальність її багаторазово зросла при переході сільського господарства до комплексної

механізації виробничих процесів. Академік А.І. Берг зазначав, що «із усіх питань технічного прогресу найважливішим питанням тепер стає проблема надійності».

При розробці «Правил техобслуговування» тракторів і самохідн[шасі у 1964 р. були використані результати наукових досліджень ГОСНИТИ, машино-випробувальних станцій і базових пунктів. Однак цих досліджень було виконано мало, а застосовувані методи визначення періодичності техобслуговування нічим не відрізнялися від попередніх.

Перша спроба науково обґрунтувати раціональний метод побудови систем ТО тракторів сільськогосподарського призначення була зроблена Г.В. Веденяпіним у 1955 р. До теперішнього часу ця робота залишається найважливішою у сфері ТО машин.

Класифікація систем ТО вперше була розроблена А.М. Плаксіним. Як головна ознака, покладена в основу класифікації, була прийнята ознака обов'язковості застосування операцій певної якісної спрямованості. Тому всі операції ТО розділено на дві групи:

- 1) операції заміни вузлів і деталей;
- 2) операції, не пов'язані із заміною вузлів (очищення, змащування, перевірка стану і регулювання механізмів, кріпильні роботи).

Системи ТО були розділені на три класи:

- 1) системи з обов'язковою періодичною заміною вузлів;
- 2) системи з обов'язковим періодичним проведенням операцій другої групи;
- 3) системи з обов'язковим періодичним застосуванням обох груп операцій (змішані).

На думку автора, найбільш прогресивними є системи другого класу.

На основі існування «технологічної та експлуатаційної неоднорідності» автор доходить висновку, що ймовірність одночасного досягнення граничних величин однотипними вузлами всіх машин практично дорівнює нулю. Тому як основний метод обробки даних запропонований теоретико-ймовірнісний метод.

Побудову системи ТО пропонувалося здійснювати за граничною умовою і за максимально допустимим відхиленням оціночних коефіцієнтів щодо так званих стрижневих операцій.

В основу ж визначення періодичності виконання операцій лягли такі міркування: «Дуже важливо на підставі дослідних розподілів термінів роботи вузлів встановити такі терміни проведення операцій техобслуговування, які давали б достатню ймовірність повної експлуатаційної надійності вузлів ($P_{ен}$)». Оптимальним Г.В. Веденяпін вважає таке значення, якому відповідає інтервал між обслуговуваннями $T_{CP}-\delta$ (середній розподіл мінус середнє квадратичне відхилення) і відступ від якого призводить або до швидкого падіння $P_{ен}$ при порівняно невеликому збільшенні періоду між обслуговуваннями, або до певного зростання значення $P_{ен}$ при порівняно великому зменшенні періоду між обслуговуваннями.

Неважко побачити, що визначення періодичності виконання операцій техобслуговувань пропонується проводити за формулою ($T_{CP}-\delta$), справедливою для нормального закону розподілу терміну служби елементів. По суті, цей метод аналогічний визначенню періодичності за довірчим рівнем ймовірності. Удосконалення запропонованої методики відбувалося в напрямі посилення економічного обґрунтування системи технічного обслуговування машин, розробки прийомів, які дали б можливість відмовитися від «загальних міркувань» у питаннях вибору класу системи, кількості та кратності її ступенів.

Наукові дослідження ДержНДТІ, СібіМЕ, ЛСХІ, ЧІМЕСХ тощо, результати наукового пошуку В.М. Міхліна, Б.А. Улітовського, А.В. Ніколаєнка, Б.В. Павлова й низки інших вчених зумовили одночасно зі створенням і постачанням діагностичних засобів застосування методів безрозбірного визначення технічного стану машин. У регламент ТО були введені контрольно-діагностичні операції, що при належній організації спеціалізованих служб машин підвищило якість обслуговування, їх безвідмовність, дозволило знизити витрати на поточний ремонт техніки [1]

Розробка системи ТО для сільськогосподарських товаровиробників передбачає визначення кількості і місця розташування стаціонарних пунктів, кількості пересувних засобів обслуговування, парку тракторів і їх марочного складу. У зв'язку з цим при переході на спеціалізоване ТО майстрами-наладчиками з'явилися дослідження Т.П. Каплуна, М.І. Лернера, А.Є. Мерцева, А.П. Миронова, Г.І. Напалкова, М.А. Путінцева, Л.Б. Сегала, В.І. Солдовського, А.Є. Трунова, В.З. Флегонтова та ін. [77-79; 83-85].

При виборі стаціонарних і пересувних постів технічного обслуговування тракторів, як зазначає Г.І. Напалков, не можна не враховувати зональних умов господарства. Автор, розглядаючи необхідність вибору економічно доцільного типу ПТО і радіуса обслуговування тракторів, пропонує побудувати графіки загальних витрат, які показують, при якому значенні радіуса обслуговування R доцільно застосовувати пересувні чи стаціонарні засоби ТО залежно від виду ТО і марки трактора.

Якість функціонування системи ТО має оцінюватися за допомогою кількісних характеристик: В.І. Солдовський у своїх роботах зазначає, що такими характеристиками можуть слугувати: коефіцієнт простоїв машин на ТО; коефіцієнт очікування обслуговування; коефіцієнт завантаження засобів для проведення ТО, ймовірність обслуговування машини не пізніше заданого проміжку часу.

Потреба машин у ТО утворює потік заявок, який не можна визначити тільки за середньою кількістю ТО за одиницю часу. Необхідно знати, як розподіляються вимоги на обслуговування в часі або скільки ТО необхідно провести за одиницю часу при певному кількісному і якісному складі МТП, який працює в конкретних умовах з певним навантаженням і при певній системі організації робіт [60; 62; 63].

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.

Учений встановив, якщо маємо m машин, то система ТО може перебувати в $(m+1)$ різноманітних станах, тобто ТО можуть потребувати $1, 2, 3, \dots, m$ машин. Використовуючи формулу ймовірності, автор вирахував 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:

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

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; $t_{cm} \cdot D$ – 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 [105, 106].

В І.П. Полканова основним критерієм вибору ПТО є такий, який би забезпечував найбільшу надійність роботи машин за мінімальних затрат на їх утримання.

У працях згаданих вчених переважно розв'язували завдання обґрунтування річних програм для ремонтних підприємств загалом. Лише Л.В. Дехтерінський, В.І. Карагодін, В.В. Черноіванов розглядали продуктивність технологічних ліній (ТЛ) і технологічних дільниць (ТД), однак розрахунки виконували на підставі трудомісткості і без достатнього врахування структурних особливостей ТП. Водночас В.І. Казарцев і В.С. Крамаров вказували на потребу глибшого аналізу конструктивно-технологічного базису (КТБ) ТП як провідного чинника для визначення концентрації ремонтного виробництва [20; 29; 30; 37].

Чітку методологію аналізу КТБ ТП ремонту було закладено О.Д. Семковичем. Ним також було обґрунтовано організаційно-технологічну взаємодію кооперованих ремонтних підприємств і методів ремонту машин з урахуванням взаємодії системи ТОР з основним сільськогосподарським виробництвом [89; 95; 96].

Учені О.Д. Семкович разом із Р.Д. Кузьмінським застосували алгоритми теорії розкладів для автоматизованого розрахунку параметрів ТП розбирання-складання з урахуванням дискретного характеру тривалості операцій; отримали та проаналізували характер залежностей від такту параметрів і показників ефективності ТП розбирання-складання для різних відмін процесів (прямоточної, розгалуженої та частково розгалужених); запропонували методику синтезу параметричних рядів виробничих структур ТЛ різної продуктивності й обґрунтування оптимальної продуктивності окремих ТЛ [46; 47; 49; 50; 87; 90–92].

Кузьмінським Р.Д. вперше було означено поняття властивості ОТС ТП ремонту, запропоновано систему показників для кількісної оцінки цієї властивості; отримано важливі висновки про те, що ОТС залежить від загальної річної програми ремонту та співвідношення часткових програм, зменшується із

зменшенням завантаження ТЛ за продуктивністю, є меншою для ТЛ високої продуктивності. Він також звернув увагу на те, що подібність конструкції різних об'єктів ремонту, однотипність ремонтної технології, гнучкість ремонтно-технологічного обладнання є лише необхідними передумовами для поєднання різних ТП у спільному потоці [54–59].

Однак питанням доцільності поєднання ТП ТО тракторів на ПТО різних марок та моделей з урахуванням насиченості і динаміки зміни МТП АПК, завантаженості впродовж року, закономірності формування вхідних потоків замовлень та вимог замовників щодо тривалості процесу ТО у спільному потоці ніким не досліджувалося.

Новітні ідеї ефективної системи технічного сервісу в АПК висвітлені в працях Ю.А. Конкіна та А.В. Кардапольцева. Досконалішими є концепції технічного сервісу, розроблені О.В. Сидорчуком для техніки рільництва й Є.Ю. Форнальчиком для техніки тваринництва [36; 98; 100; 101; 104; 133].

Проведений аналіз показав, що аналізу технологічної та виробничої структури ТП капітального ремонту на ТЛ, а також ТП поточного ремонту на стаціонарних постах присвячено багато праць. Водночас дослідження стосовно процесів ТО не виконувались.

Професор В.Д. Войтюк проводить аналіз структури управління збуту і сервісу машин, вивчає структуру їх міжсистемних взаємодій на державному, обласному рівнях і рівні підприємств. Автором сформовані наукові засади структурно-функціонального обґрунтування системи технічного сервісу сільськогосподарської техніки, які враховують її об'єктивну залежність від своєчасності (за тривалістю) та вчасності (за технічним станом машин) виконання відповідних ремонтно-обслуговувальних робіт (РОР). Основними чинниками, які формують адаптовану до вимог механізованих сільськогосподарських процесів систему ТОР, є: прогноз обсягів ринку виробничих послуг з технічного сервісу; зростанням обсягів і номенклатури робіт з ремонту і обслуговування через ускладнення техніки; зростання потреби в обладнанні для ремонту і обслуговування за кількістю (збільшується

завантаження), і за якісним складом (збільшується номенклатура ремонтних робіт); виникнення потреби у високій кваліфікації персоналу для виявлення і усунення відмов [15].

Однак автор не достатньо враховує структурні особливості ТП ТО, а також можливість забезпечення заданої продуктивності ПТО різними поєднаннями значень параметрів виробничої структури.

Оскільки ефективність ТП технічного сервісу значною мірою зумовлюється досягнутим рівнем відповідності між їх технологічною (регламентованим переліком операцій ТО) та виробничою (технічними засобами їх реалізації) структурами, тому важливо встановити залежності між параметрами та показниками ефективності ТП ТО тракторів ХТЗ, які є одними з найбільш розповсюджених в Україні, для різних варіантів виробничих структур пунктів ТО.

1.3 Технічне обслуговування тракторів у сільському господарстві за кордоном

У сучасних умовах гострої конкурентної боротьби на світовому ринку обов'язковою умовою успішної життєдіяльності фірми є створення розгорнутої і добре організованої мережі ТО: консультаційних пунктів, станцій техобслуговування, складів запасних частин, навчальних центрів, ремонтних майстерень тощо.

Система ТО фірми передбачає увесь комплекс послуг: постачання запасними частинами, технічною документацією, забезпечення ремонтними роботами, навчання фахівців, вивчення ефективності роботи машин і устаткування, проведення модернізації обслуговуючого устаткування тощо.

У закордонних країнах перш ніж почати випуск нових машин, фірми самі або через посередників організовують пункти техобслуговування, консультують споживачів щодо обслуговування машин [8; 10].

У США, Канаді, Великобританії, Австралії, Новій Зеландії діє мережа дилерських фірм, що входять до складу фірм сільськогосподарського машинобудування, юридично не залежних від них, але пов'язаних договірними стосунками [35].

У США організаційні форми обслуговування автомобілів і тракторів різні, але засновані на низці загальних принципів.

Основним і найважливішим принципом ТО машин є те, що відповідальність за технічний стан сільськогосподарської техніки протягом усього терміну її експлуатації несе фірма-виробник через широку мережу дилерів. При цьому цей принцип у США закріплений відповідним законодавством, яке забороняє продаж техніки без організації її ТО.

Необхідно зазначити, що фірми не ухиляються від організації ТО, а навпаки, вони зацікавлені в проведенні ТО, оскільки кожен долар, вкладений в сферу обслуговування, забезпечить удвічі більший прибуток, ніж випуск самої техніки. Це пояснюється тим, що вартість запчастин в 1,3 – 2,5 раза вища за вартість тих же деталей, що застосовуються на лінії складання, а для машин, знятих з виробництва, у 3 – 10 разів вони є дорожчими.

Другим важливим принципом є те, що фірма-продуцент і дилери забезпечують проведення ТО протягом усього періоду роботи машин (10 – 15 і більше років).

Суть третього важливого принципу полягає в організації ТО машин всюди, де фірма їх продає за допомогою широкої мережі дилерів.

Основне правило, якого дотримуються всі фірми, що займаються виробництвом сільськогосподарської техніки, полягає в наближенні обслуговування до споживача. У низці випадків обслуговування проводять безпосередньо на місцях роботи машин.

Структура організації ТО в США у всіх фірм в основі майже однакова. Відмінність полягає у кількості дилерів і їх технічного оснащення [35].

Відповідно до договору дилер проводить ТО і ремонт (у гарантійний і післягарантійний період) машин, що продаються, забезпечуючи їх

запчастинами і різними експлуатаційними матеріалами. В інтервалі між плановими ТО роботи проводять за додаткову плату. На ТО сільськогосподарської техніки фермери затрачають 10–15 % загальних виробничих витрат. Фірми виконують 3 види ТО: передпродажне, гарантійне і післягарантійне. Передпродажне і гарантійне ТО виконують безкоштовно, оскільки затрати на них входять у вартість нових машин. Фірма-продуцент продає машини дилерам на 25–30 % дешевше за ринкову вартість, завдяки чому дилери мають змогу отримувати прибуток у розмірі 10–15 % [35; 82].

Так, у фірми «Катерпіллер» у США є 100 дилерів. У складі одного дилера є декілька відділень (від 3 до 8), які разом із загальними функціями з продажу та обслуговування спеціалізуються на ремонті двигуна або одного-двох агрегатів трактора. У фірмі є відділ сервісу, що складається з фахівців, які є штатними працівниками фірми. Один фахівець працює територіально в зоні діяльності трьох дилерів, постійно контролює їхню роботу і надає допомогу в забезпеченні відповідного проведення технічного сервісу. Він є посередником між фірмою і дилером [82].

Дилери поділяються за обсягом виконуваних робіт.

Фірма «Джон–Дір» поділяє дилерів на три категорії залежно від обсягу робіт: до 500 тис. доларів, від 500 до 800 тис. доларів і понад 800 тис. доларів.

Залежно від обсягів виконуваних робіт кількість співробітників у дилерів є різна і коливається від декількох десятків до декількох сотень. Наприклад, у дилера «Паттен» фірми «Катерпіллер» тільки 250 осіб займається ремонтом і ТО. Дилер має сім пунктів з обслуговування і ремонту, розташованих у різних частинах обслуговуваного ним району. У кожному пункті є ремонтна майстерня. У центральному відділенні ремонтуються двигуни, гідротрансмісії, ходові частини тракторів [35].

В іншій фірмі «Інтернешнл Харвестер» у одного з дилерів працює 30 осіб, у трому числі три механіки, які увесь час перебувають у роз'їздах і виявляють потребу в наданні ТО проданих фірмою машин.

Як правило, дилер обслуговує 300 – 400 ферм, що розташовані в радіусі 80–100 миль. Часто заявки на обслуговування надходять по телефону. Обов'язки тих, що працюють у дилера, розподілені таким чином: дві людини працюють в управлінні, п'ять – на продажі машин і запчастин, три людини зайнято роботою в офісі, сім осіб – ремонтні робітники, включаючи майстра. На складі дилера знаходяться запчастини – 20 тис. найменувань. Тільки для задоволення 15 % замовлень на запчастини дилерові необхідно звертатися в центральні склади фірми-продуцента [75].

У зоні обслуговування дилера працюють близько 1200 тракторів. Щорічно ремонтуються 60 – 70 тракторів [82].

Необхідно зазначити, що між дилерами існує сильна конкуренція, оскільки в одному районі діють дилери різних фірм. Тому їхній прибуток залежить від якості виконаних обслуговуючих робіт. Вони постійно спостерігають за роботою техніки і своєчасно рекомендують фермерові приймати ті або інші заходи щодо ремонту й обслуговування [35; 82].

У повсякденній роботі дилерів важливе значення має застосування ЕОМ, за допомогою яких ведеться облік тракторів і сільськогосподарських машин, проданих цією фірмою за тривалий період (15–20 років). Така система дозволяє завчасно попереджати фермерів про необхідність заміни тих або інших деталей і вузлів відповідно до встановленого терміну їх спрацювання [82].

У Німеччині, Австрії, Швейцарії і Скандинавських країнах ТО сільськогосподарської техніки фермерів виконують невеликі підприємства, об'єднані в союзи ремісників. Підприємства укладають договори з однією або декількома машинобудівними фірмами і виконують ТО та дрібний ремонт машин. Фірми-продуценти створюють регіональні технічні центри, в яких виконуються складні види ремонту та ТО с.–г. техніки. На один сільський адміністративний район Німеччини в середньому припадає близько 18,5 підприємств з обслуговування сільгосптехніки, а на кожне таке підприємство – по 11 працівників і 334 обслуговувані трактори, тобто один фахівець обслуговує понад 30 тракторів [8; 10; 35; 82].

У більшості країн Європи діагностика розглядається як елемент ТО і виконується одночасно з ним. У країнах Америки, особливо в США, створюють спеціалізовані діагностичні центри, призначені тільки для діагностування, без прямого зв'язку з обслуговуванням або ремонтом.

Провідні закордонні фірми прагнуть до зниження витрат на ТО за рахунок підвищення надійності вузлів і агрегатів машин і вдосконалення системи обслуговування, поліпшення її матеріально-технічної бази, механізації робіт, підвищення кваліфікації персоналу тощо. У більшості країн переважають 3–4 - ступеневі системи обслуговування типу ЕТО, ТО–1, ТО–2 і СТО. Важлива увага приділяється умовам експлуатації машин при призначенні і коригуванні нормативів ТО і ремонту. Широке застосування отримує обслуговування техніки за потребою (на основі діагностування) [23; 24].

Багато фермерів або об'єднань США, Англії, Німеччини та інших країн після фізичного або морального зносу машин міняють їх у дилера на нові з відповідною доплатою або продають за 25% вартості від первинної ціни. Купивши у фермера трактор, дилер ремонтує його і знову продає іншим фермерам за ціною на 40 – 50 % нижчою від вартості нової машини. Такий перепродаж вигідний для дилерів і притягає фермерів, оскільки дає змогу оновити техніку [35].

Таким чином, відмінна особливість описаних форм проведення ТО від нашої полягає в тому, що виробник несе повну відповідальність за проведення ТО і ремонту техніки, включаючи передпродажне, гарантійне і наступні обслуговування. Сильна конкуренція між дилерами сприяє якісному проведенню консультативних і обслуговуючих робіт. Широке застосування ЕОМ дозволяє стежити і якісно вести облік усього комплексу обслуговуючих робіт сільськогосподарської техніки до повного її спрацювання.

В основу дисертаційної роботи покладена така **робоча гіпотеза**: оскільки структура технологічного процесу визначається виробничою структурою, параметри якої змінюються дискретно і на певному інтервалі продуктивності залишаються незмінними, з іншого боку річна програма ПТО зазнає кількісних

і якісних змін упродовж певного часу, то можна визначити таку виробничу структуру, яка буде найраціональнішою з урахуванням кількісних і якісних змін річної програми ПТО.

Висновки до розділу 1

Отже, схема управління з проміжною ланкою між виробниками промислової продукції і споживачами фактично зруйнована, а нової не створено. Не створено навіть законодавчого поля.

Усі концептуальні розробки останніх років про матеріально-технічне забезпечення сільського господарства не опиралися на закони, які схилили б машинобудівників до створення власної (чи дилерської) системи технічного сервісу і залишалися побажаннями авторів таких розробок.

Лише законодавчо визначені права споживачів промислової продукції на відшкодування машинобудівниками втрат від поломок і простоїв техніки, від її безпечності можуть створити економічні підвалини для відтворення матеріально-технічної бази технічного сервісу.

Недоліки системи з проміжною ланкою між виготовлювачем і споживачем техніки на зразок “Сільгосптехніки” вже відомі. Відставання вітчизняних машинобудівників у якості, надійності і безпечності продукції значною мірою зумовлені саме відсутністю прямих контактів з користувачами та економічної залежності виробників від кількості претензій споживачів щодо відшкодування втрат від поломок та простоїв техніки, від шкоди здоров'ю робітників тощо. Тому повернення до минулої системи недоцільне.

Слід формувати систему на зразок західної, критично пристосованої до наших умов, яка до цього часу демонструє позитивні ознаки.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДСТАВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Системно-технологічні засади досліджень

Система технічного обслуговування та ремонту техніки агропромислового комплексу – це сукупність взаємопов'язаних засобів технологічного забезпечення, робітників і документації з технічного обслуговування і ремонту, які необхідні для підтримання та відновлення якості виробів [9; 32].

Систему ТОР, як і всяку систему S , можна означити як множину елементів A , що перебувають у певних відношеннях або взаємозв'язках R і утворюють єдине ціле $S = (A, R)$.

Для опису всякої системи необхідно встановити її межі, вивчити структуру та властивості.

Межі системи ТОР визначаються, з одного боку, моментом вилучення техніки з експлуатації для виконання ремонтно-обслуговувальних втручань, а з іншого – моментом повернення її в систему машиновикористання. Система ТОР взаємодіє з зовнішнім середовищем – множиною позасистемних об'єктів, що мають вплив на систему або ж зазнають впливу системи. Системи машинобудування та машиновикористання формують зовнішнє середовище для системи ТОР (рис. 2.1).

Взаємодія системи ТОР із зовнішнім середовищем має комбінований (централізований та децентралізований) ймовірно-детермінований характер.

Система ТОР підрозділяється на технологічну та виробничу складові.

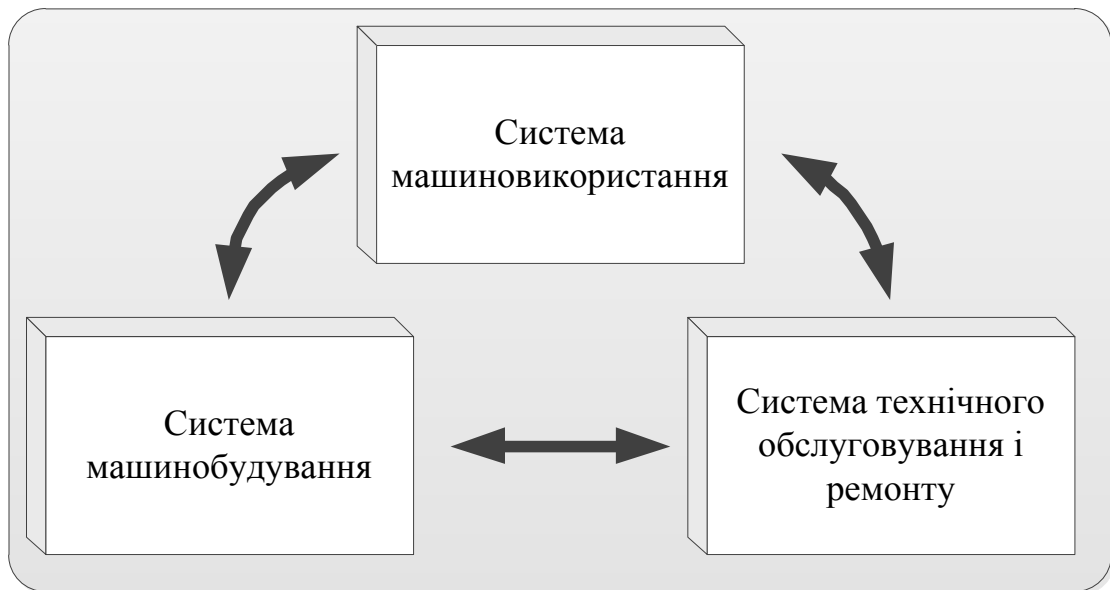


Рисунок 2.1 – Взаємодія системи TOP з зовнішнім середовищем

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).

ФУНКЦІОНАЛЬНА СТРУКТУРА

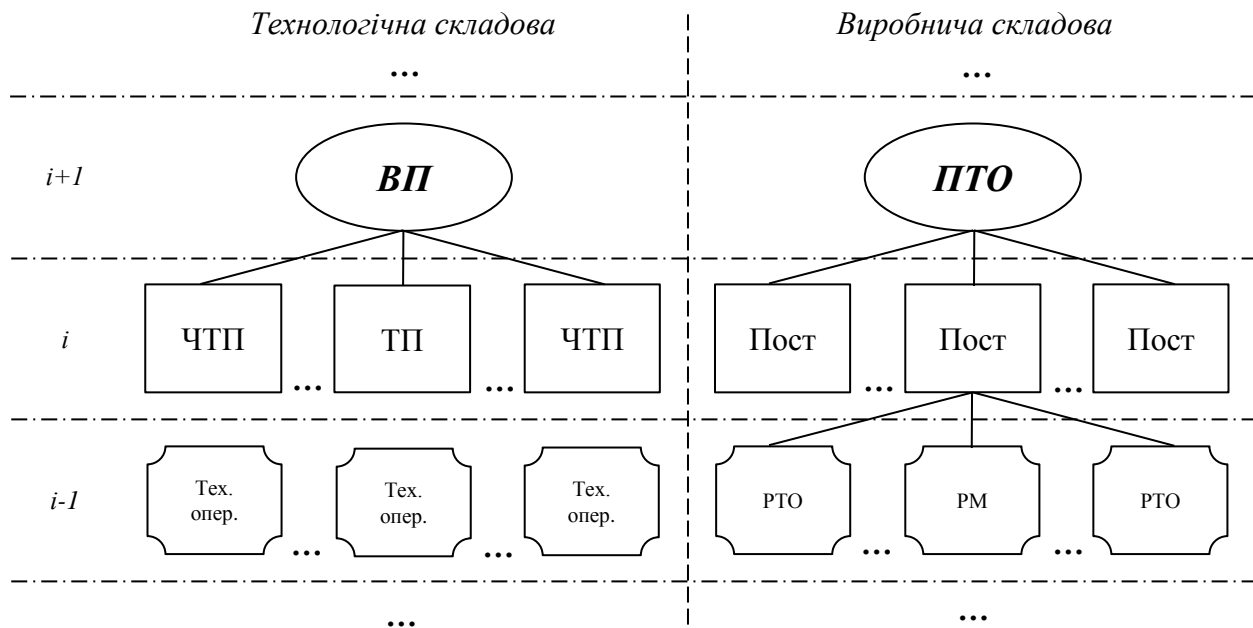


Рисунок 2.2 – Функціональна структура системи ТОР

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.

Дослідження технічного сервісу на підставі системного підходу передбачає насамперед окреслення керованих і некерованих змінних, обмежень і критеріїв ефективності. До керованих змінних належать програма ТО (частина або увесь річний регіональний попит, який повинен бути виконаний підприємством), технології ТО і засоби технологічного оснащення (надалі вживається термін ремонтно–технологічне обладнання). Некеровані чинники –

насичення господарств машинами, сезонний характер і стохастична сутність потоку замовлень на ТО, ймовірний характер впливу технологічних обмежень механізованих сільськогосподарських процесів на тривалість ТО та їх сезонність тощо. Обмеженнями виступають вимоги щодо якості, своєчасності (з урахуванням структури міжремонтного циклу, тобто періодичності ТО різних видів) та тривалості окремих видів ТО. До критеріїв ефективності належать: тривалість ТО машин, коефіцієнти використання фондів робочого часу виконавців і обладнання, питомі зведені витрати коштів на ТО [101-103].

Вхідний потік замовлень на ТО визначається площею зони обслуговування, наявною кількістю тракторів та їх середнім напрацюванням. Вхідний потік має відомі закономірності: 1) надходження потоку замовлень впродовж року є нерівномірним – більша інтенсивність замовлень на ТО припадає на періоди інтенсивного використання техніки; 2) із збільшенням річної програми ТО $W_{\text{ТО}}$ математичне сподівання $M[\delta]$ і середнє квадратичне відхилення $\sigma[\delta]$ добової партії замовлень лінійно зростають, а коефіцієнт варіації $v[\delta]$ зменшується – таким чином вхідний потік замовлень стає більш рівномірним, що сприяє ефективнішому використанню потужностей ПТО [99; 121].

Виробнича складова функціональної структури ПТО залежно від спеціалізації може бути моно- і поліпредметною та моно- і політехнологічною, визначається об'єктом обслуговування, видом ТО та обладнанням і є взаємозалежною з технологічною складовою функціональної структури (рис. 2.3) [101-103].

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 $T_{\text{ТП}}$, коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників η_u , обладнання різних типів η_r і постів η_p)

від кількості залучених виконавців u . Для цього розроблена методика моделювання процесів ТО, яка передбачає такі етапи [125]:

- 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.

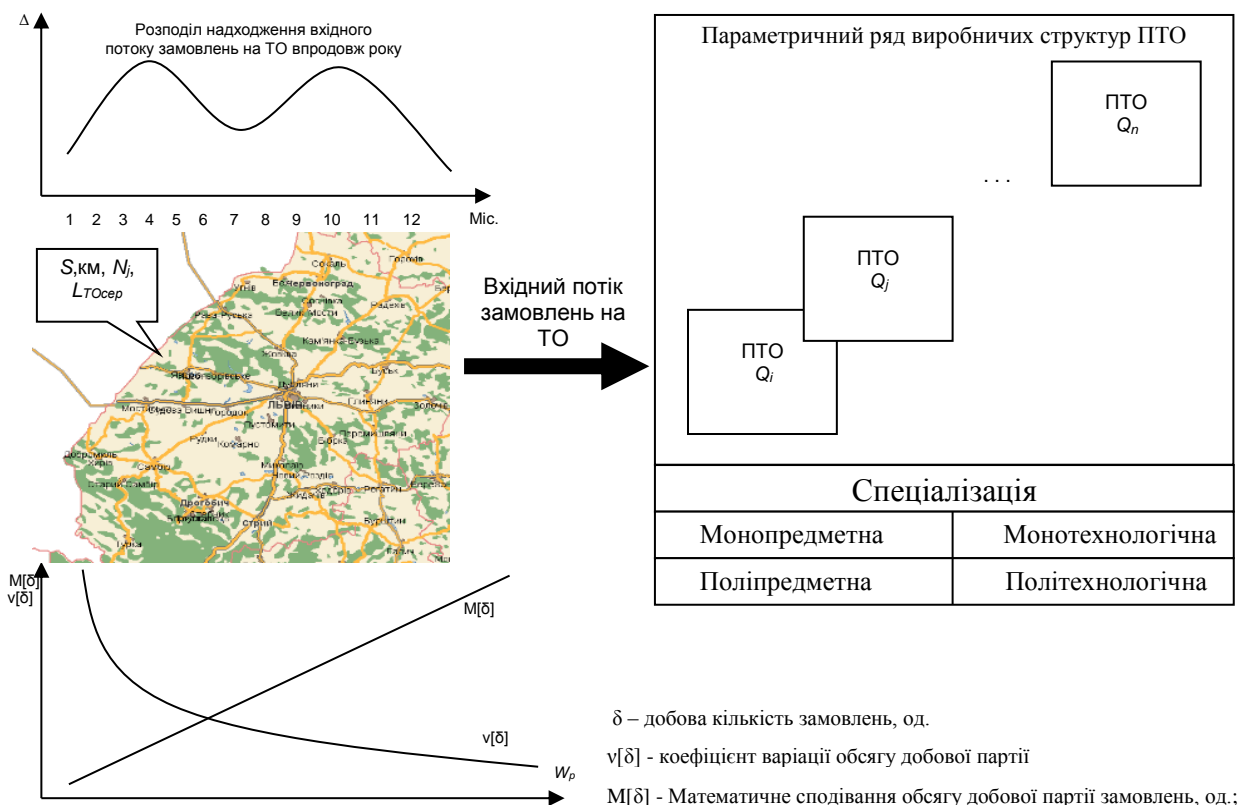


Рисунок 2.3 – Закономірності становлення вхідних потоків замовлень на ТО тракторів та обґрунтування виробничої бази ПТО для регіону

Формування розкладу операцій між відомою кількістю виконавців здійснюють за алгоритмом структурного моделювання процесів ТО тракторів. Цей алгоритм дає змогу отримати такий розпис операцій між виконавцями, за якого тривалість технологічного циклу є мінімальною за одночасного досягнення максимально можливих значень коефіцієнтів використання фондів їх робочого часу. Такий розподіл здійснюється з дотриманням таких обмежень: по-перше, в одній робочій зоні одночасно може виконувати операції лише один

виконавець, тому операції, які просторово розміщені в одній робочій зоні, у впорядкованій моделі можуть розташовуватися лише послідовно, але не паралельно; по-друге, розподіл операцій між виконавцями здійснюють без порушення часових та міжопераційних зв'язків; по-третє, потрібно досягнути мінімуму втрат робочого часу виконавців під час переміщень їх навколо агрегату в інші робочі зони [116; 117].

Отже, впорядкування здійснюється розподілом усього масиву елементарних технологічних операцій між робітниками з урахуванням часових і орієнтувальних зв'язків, а також визначених робочих зон.

Суть загальної методики досліджень полягає в розгляді ТП як взаємодії об'єктів праці, засобів праці та живої праці з метою отримання кінцевого результату: підтримання трактора у працездатному чи справному технічному стані.

2.2 Теоретичні засади дослідження технологічних процесів

Значну частину робіт на підприємствах сільськогосподарського машинобудування, зокрема складання техніки, з огляду на значні габаритні розміри машин і дрібносерійний характер виробництва, виконують на стаціонарних постах. Тому проектні рішення стосовно параметрів виробничої структури таких ТП мають значний вплив на ефективність виробництва в цілому [11; 13].

Методика автоматизованого проектування ТП ТО передбачає аналіз їхньої структури у формі неупорядкованих і упорядкованих моделей [46; 49-52; 88-94].

Неупорядковану модель ТП будують у вигляді зваженого орієнтованого графа G_{TP} (X_{TP} , Y_{TP}), де множина вершин X_{TP} символізує ЕТО, а множина ребер Y_{TP} вказує на характер зв'язків між ними. Метою побудови неупорядкованої моделі ТП є відтворення можливої послідовності виконання операцій відповідно до особливостей конструкції об'єкта ремонту чи обслуговування,

вимог технології, можливостей РТО та інструменту. Окрім повного переліку операцій A та їх тривалості T , невпорядкована модель визначає характер орієнтувальних R , міжопераційних B і просторових Z зв'язків [25].

Орієнтувальні зв'язки R вказують на потребу використання певного типу РТО чи інструменту.

Часові міжопераційні зв'язки B визначають можливу послідовність виконання операцій. Незалежні часові зв'язки вказують на можливість незалежного (у довільній послідовності) чи одночасного виконання операцій. Залежні часові зв'язки вказують на необхідність лише послідовного виконання операцій.

Просторові зв'язки Z визначають місце розташування робітника відносно об'єкта ремонту чи обслуговування під час виконання операцій. Це місце визначають робочі зони. *Робоча зона* – це частина простору навколо об'єкта ремонту чи обслуговування, де для виконання операцій ТП одночасно з міркувань безпеки праці та з урахуванням антропометричних даних працівників може одночасно знаходитись лише один робітник. Таким чином, кількість робочих зон K_z залежатиме від габаритних розмірів об'єкта ремонту чи обслуговування (рис. 2.4), а також рівня його агрегатування (кожен агрегат чи вузол, який від'єднують, є генератором додаткового набору робочих зон).

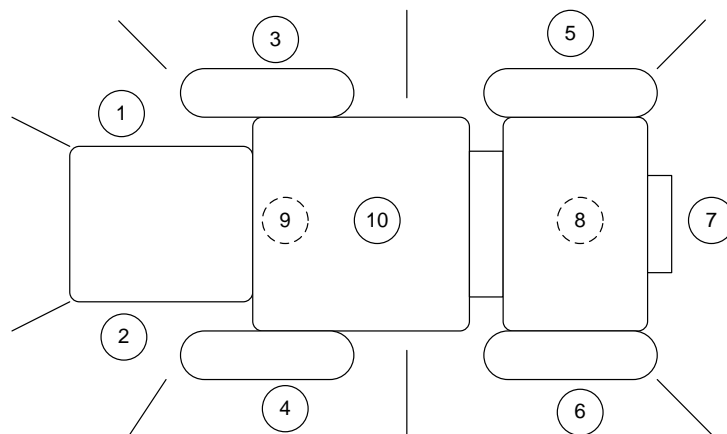


Рисунок 2.4 – Схема розміщення робочих зон в технологічному процесі ТО тракторів

①, ②, ..., ⑪ – робочі зони.

Масиви A , T , R і Z мають розмір N , де N – загальна кількість операцій ТП. Часові міжопераційні зв'язки B описують матрицею інцидентності ребер орграфа $G_{\text{ТП}}$ ($X_{\text{ТП}}$, $Y_{\text{ТП}}$), розмірністю $N \times N$.

На підставі невпорядкованої моделі ТП визначають важливий динамічний показник ремонтпридатності – мінімальну тривалість процесу T_{\min} .

Невпорядковані моделі ТП будують безвідносно до конкретного режиму роботи ПТО – безвідносно до заданої річної програми обслуговування чи ремонту W_p .

Упорядковані моделі ТП задають для визначеної продуктивності Q_p розклад \mathcal{S} виконання ЕТО на робочих місцях постів S_f , розклади праці робітників S_u і обладнання різних типів S_r . Розклад \mathcal{S} визначає черговість виконання ЕТО, місце виконання, а також моменти початку eb_x та закінчення ef_x кожної x -ої операції.

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 невпорядкованої до впорядкованої моделі ТП здійснюється моделюванням ТП за певним алгоритмом – сукупністю правил вибору та розподілу операцій з масиву \mathcal{A} .

Реалізація оптимального алгоритму поетапного пошуку для заданої тривалості ТП $T_{\text{Т.П}}$ розпочинається з оптимальних розкладів виконання ЕТО над об'єктом ремонту Sq_f^{rat} , а далі оптимальних розкладів праці робітників Sq_U^{rat} та кожного із типів РТО Sq_R^{rat} в загальному випадку шляхом повного перебору всіх можливих варіантів черговості їх виконання ускладнюється, а інколи й унеможлиблюється значною кількістю ЕТО, а також багатоваріантністю послідовності їх виконання.

Також з метою формування параметричного ряду виробничих структур ПТО різної продуктивності додатково виникає необхідність розгляду достатньо широких діапазонів значень параметрів f , u і K_r , починаючи з тривіального співвідношення $f=1$, $u=1$ особа і $K_r=1$ од., з додатковим урахуванням дотримання умов $f \leq N$, $u \leq K_z$, і закінчуючи умовою стабілізації тривалості циклу $T_{ц}$. Тому для впорядкування використовують евристичні алгоритми [39-44], які далеко не завжди забезпечують можливість отримати для відомих значень параметрів f , u і K_r раціональні (що мінімізують тривалість циклу $T_{ц} \rightarrow min$) розклади виконання операцій Sq_f^{rat} , Sq_U^{rat} та Sq_R^{rat} .

Досвід проєктування показує, що структура ТП, описана неупорядкованою моделлю $G_{ТП} (X_{ТП}, Y_{ТП})$, для будь-якого співвідношення значень параметрів f , u і K_r однозначно визначає раціональні розклади Sq_f^{rat} , Sq_U^{rat} і Sq_R^{rat} виконання ЕТО, на підставі яких можна визначити $T_{ц}$, а також розрахувати показники його ефективності (значення коефіцієнтів використання фондів часу постів η_f^{rat} , фондів робочого часу робітників η_u^{rat} і обладнання різних типів η_r^{rat}).

Варто зазначити, що кожне інше співвідношення значень параметрів f , u і K_r , для якого отримують одну й ту ж тривалість циклу (однакову продуктивність Q_p), визначає іншу *відміну* впорядкованого ТП, який виконується на стаціонарних постах.

На підставі аналізу для різних відмін ТП закономірностей зміни показників їх ефективності можна сформулювати правила, які забезпечать оптимізацію отриманих результатів моделювання з урахуванням структурних особливостей ТП, заданих неупорядкованою моделлю $G_{ТП} (X_{ТП}, Y_{ТП})$, незалежно від ефективності застосованого алгоритму впорядкування.

Методологічною підставою досліджень є моделювання ТП з використанням основних положень теорії графів і розкладів [5; 19; 116; 117].

2.3 Теоретичні положення становлення структури технологічних процесів технічного обслуговування та виробничої структури пунктів технічного обслуговування

У теорії проектування процесів дискретного матеріального виробництва важливе значення має перехід від неупорядкованої моделі процесу, яка відтворює перелік і можливу послідовність виконання операцій без урахування програми ТО W_p , до впорядкованої моделі процесу – розкладу виконання операцій робітниками на робочих місцях з використанням різного обладнання. Такий розклад враховує програму ТО W_p , визначає чітку послідовність виконання операцій, а для кожної x -ої операції – місце її виконання, моменти початку eb_x та закінчення ef_x , можливу затримку початку виконання lib_x .

Для викладу алгоритму впорядкування розглянемо достатньо просту тестову неупорядковану модель ТП – зважений орієнтований граф $G_{ТП}$ ($X_{ТП}$, $Y_{ТП}$), множина вершин якого $X_{ТП}$ символізує елементарні технологічні операції, а множина ребер $Y_{ТП}$ – вказує на характер взаємозв'язків між ними. Така модель, яка будується з урахуванням особливостей конструкції машин, можливостей технології та обладнання, визначає перелік і можливу послідовність виконання операцій, а також розподіл операцій по робочих зонах – частинах простору навколо об'єкта праці, де одночасно може перебувати лише один робітник. Кожній операції a_x , окрім тривалості b_x , надають характеристику орієнтвального зв'язку r_x , який вказує на потребу використання обладнання певного типу. За результатами побудови неупорядкованої моделі ТП визначають важливий динамічний показник ремонтпридатності – мінімальну можливу тривалість процесу $T_{т.п. \min}$.

Нехай задано масив операцій ТП $A\langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle$, якому відповідають масиви тривалостей $T\langle t_1, t_2, \dots, t_n \rangle$, орієнтвальних $R\langle r_1, r_2, \dots, r_n \rangle$ і просторових зв'язків $Z\langle z_1, z_2, \dots, z_n \rangle$, а характер міжопераційних зв'язків – залежний. Нехай також можлива послідовність виконання операцій задана

невпорядкованою моделлю (рис. 2.5) – зваженим орієнтованим графом $G_{ТП}$ ($X_{ТП}$, $Y_{ТП}$).

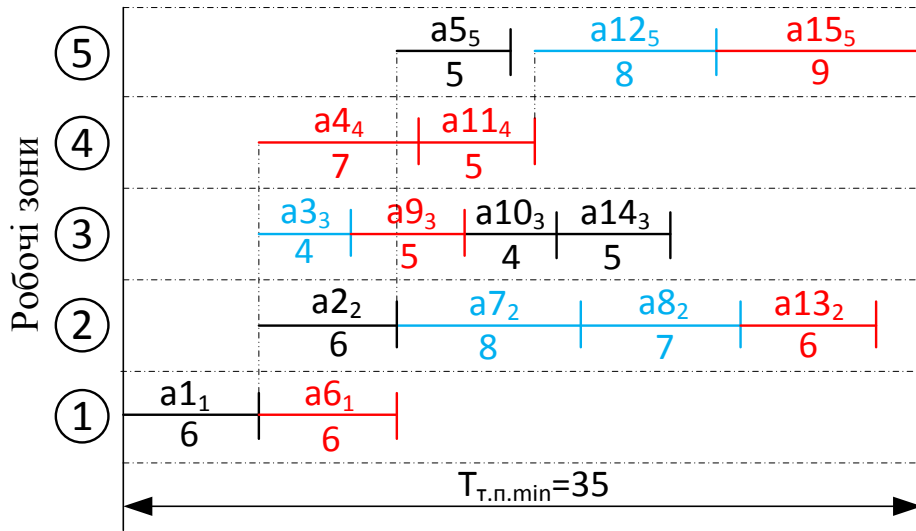


Рисунок 2.5 – Невпорядкована модель ТП: $a10_{z=3}^{r=1}$ – операція №10, що виконується першим типом обладнання ($r=1$) у робочій зоні №3 ($z=3$)

Тестова модель ТП охоплює п'ятнадцять операцій, що виконуються трьома різними типами обладнання й розташовані в п'яти робочих зонах (див. рис. 2.5). Можлива послідовність їх виконання формалізовано описується матрицею інцидентності ребер зваженого орієнтованого графа $G_{ТП}$ ($X_{ТП}$, $Y_{ТП}$).

Критерієм розподілу операцій є досягнення для визначених умов максимальної продуктивності ПТО Q . Зрозуміло, що результат упорядкування суттєво залежатиме від методики вибору та розподілу операцій – алгоритму впорядкування. Прийmemo, що для дискретного виробництва, яке характеризується скінченною кількістю операцій та скінченними цілочисельними значеннями параметрів процесу (S_u , S_r , S_f), оптимальний розклад, який забезпечує досягнення максимальної продуктивності ($Q \rightarrow \max$), можна отримати повним перебором скінченної кількості всіх можливих варіантів розподілу операцій. Важливо зазначити, що розклади праці робітників S_u , розклади роботи кожної одиниці обладнання певного типу S_r та розклад виконання операцій над об'єктами праці S_f потрібно формувати одночасно, оскільки вони є взаємопов'язаними.

Алгоритм проектного розрахунку передбачає послідовну реалізацію таких кроків: 1. Вибирають першу ($i = 1$) елементарну виробничу структуру, для якої кількість обладнання кожного типу дорівнює одиниці ($S_{r1} = S_{r2} = S_{r3} = \dots = 1$ од.); 2. Приймають $S_f = 1$ пост; 3. Приймають одного робітника $u = 1$ особа; 4. Одночасно формують розклади S_u , S_r та S_f .

Для елементарної виробничої структури для $u = 1$ особа такі розклади будуть очевидними, оскільки всі операції виконуватимуться тільки послідовно.

5. За результатами побудови розкладів S_u , S_r та S_f визначають тривалість ТП $T_{т.п.}$ (інтервал часу від початку до закінчення всіх технологічних дій), тривалість технологічного циклу $T_{ц}$ (найменший інтервал часу, через який ТП може циклічно повторюватись на посту) і розраховують продуктивність ПТО Q .

У разі використання одного поста ($f = 1$) тривалість ТП $T_{т.п.}$ збігатиметься з тривалістю технологічного циклу $T_{ц}$ (що визначає продуктивність $Q_{f=1}$).

6. Знаючи параметри ТП (S_f , S_r , u , f), габаритні розміри об'єктів праці, технічні характеристики обладнання різних типів, тривалості операцій, переходять до розрахунку необхідних виробничих площ F , витрат електроенергії, стисненого повітря тощо.

7. Враховуючи заробітну плату робітників, вартість обладнання, ціну електроенергії, визначають приведені технологічні витрати $Z_{ГП}^{ТЕХ}$ та технологічну собівартість $PZ_{ГП}^{ТЕХ}$ для визначеної продуктивності Q [1].

8. Далі збільшують кількість робітників ($u := u + 1$) та повертаються до кроків 4-7.

Розклади виконання операцій двома та трьома робітниками для елементарної виробничої структури ($S_{r1} = S_{r2} = S_{r3} = 1$ од., $S_f = 1$ пост) подано на рис. 2.6 та 2.7.

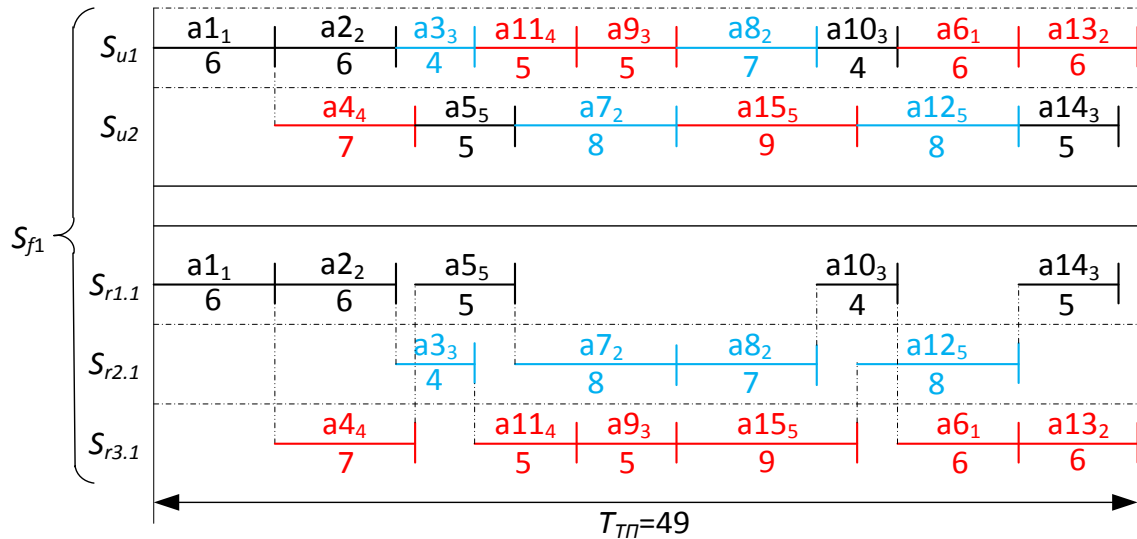


Рисунок 2.6 – Розклади виконання операцій над об’єктом праці S_{f1} , двох робітників S_{u1} і S_{u2} та окремих j -х одиниць обладнання різних типів $S_{r,j}$.

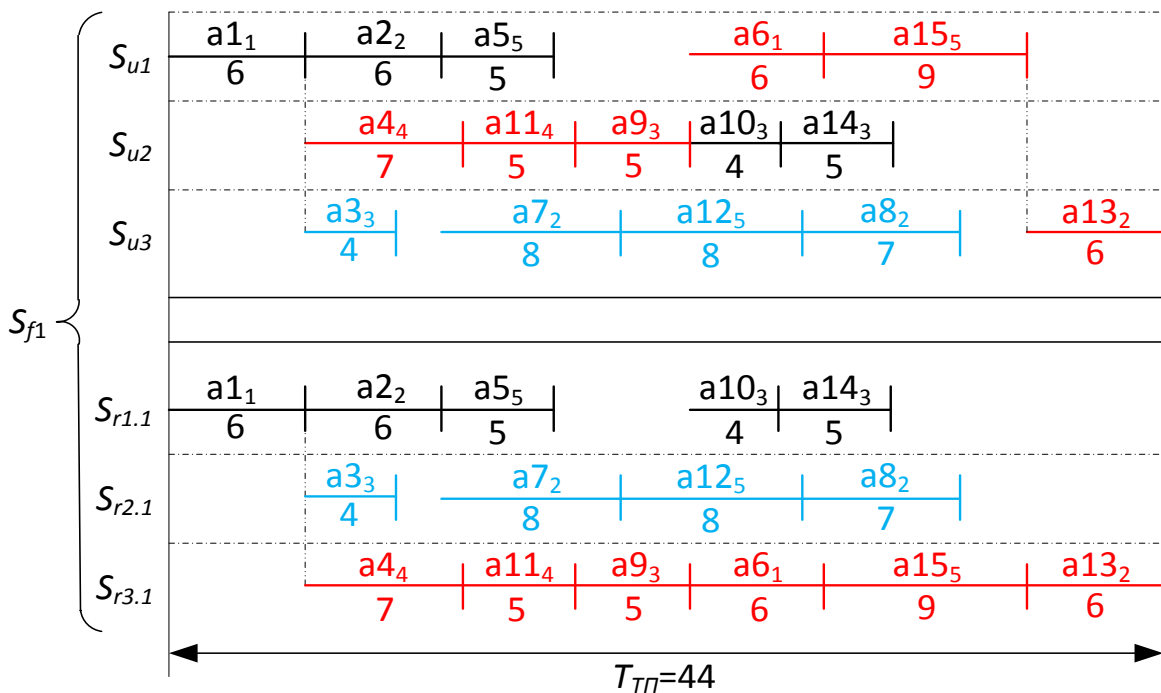


Рисунок 2.7 – Розклади виконання операцій над об’єктом праці S_{f1} , трьох робітників S_{u1} , S_{u2} і S_{u3} та окремих j -х одиниць обладнання різних типів $S_{r,j}$.

9. Якщо кількість робітників дорівнює кількості робочих зон або ж подальше збільшення кількості робітників не забезпечує скорочення тривалості технологічного циклу (зростання продуктивності), то переходять до збільшення кількості постів $S_f := S_f + 1$ і повертаються до кроків 3-8.

Збільшення кількості постів на одиницю допускає зміну черговості виконання операцій, що зумовлена невпорядкованою моделлю ТП. Таким чином можна досягнути зменшення тривалості технологічного циклу $T_{ц}$, а тому й зростання продуктивності $Q_{f=2} > Q_{f=1}$.

Розклади виконання операцій двома робітниками ($u = 2$ особи), розклад виконання операцій над двома об'єктами на двох постах ($f = 2$ пости) і розклади роботи обладнання різних типів ($K_{r1} = K_{r2} = K_{r3} = 1$ од.) подано на рис. 2.8.

10. Збільшення кількості постів припиняють у тому разі, коли це не забезпечує подальшого зростання продуктивності.

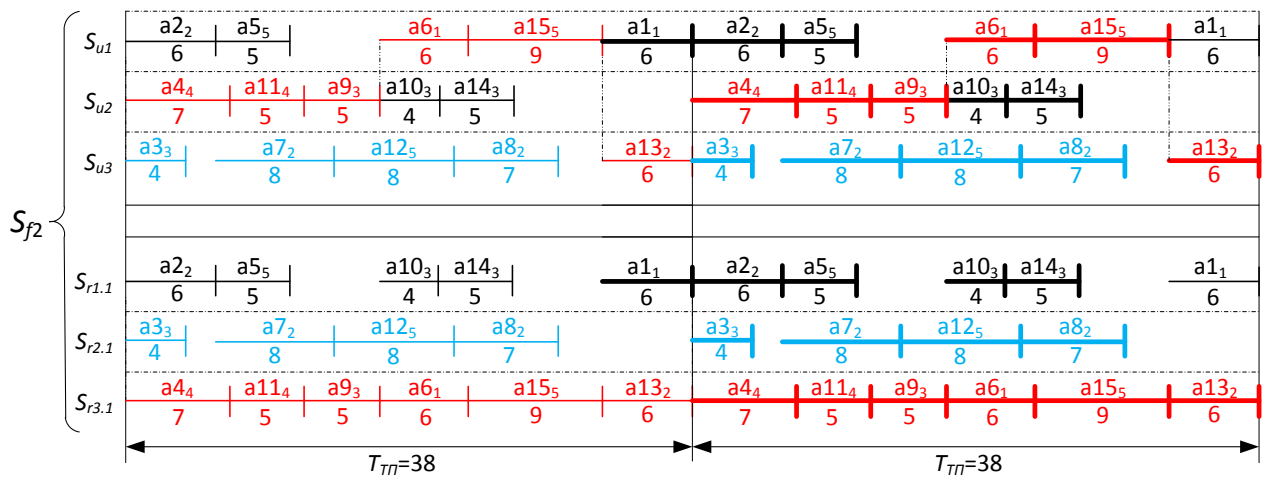


Рисунок 2.8 – Розклади виконання операцій на двох постах S_{f1} і S_{f2} , трьома робітниками S_{u1} , S_{u2} і S_{u3} та однією одиницею обладнання кожного типу $S_{r,j}$

Оскільки всі розклади виконання операцій над об'єктами обслуговування на постах S_f , розклади праці робітників S_u і розклади роботи обладнання різних типів S_r побудовані в загальному випадку для однієї і тієї ж множини операцій \mathcal{A} , що задана невпорядкованою моделлю процесу $G_{TP}(X_{TP}, Y_{TP})$, то такі розклади S_f , S_u і S_r є взаємозалежними (рис. 2.9).

Оскільки взаємозалежні розклади S_f , S_u і S_r отримують методом адресації для відомих значень кількості постів f , кількості працівників u і кількості обладнання різних типів K_r , то значення f , u і K_r є також взаємозумовлені для визначеної тривалості циклу $T_{ц}$ і відповідної продуктивності Q_p . Слід зазначити, що для заданої продуктивності Q_p зменшення значення будь-якого з параметрів ТП ТО можливе за умови незменшення значень інших. Таким

чином, у загальному випадку задану продуктивність Q_p можна забезпечити для різних співвідношень значень параметрів ТП ТО – f , u і K_r .

За результатами побудови розкладів S_u , S_r та S_f для кожного варіанту виробничої структури визначаємо показники ефективності, а саме:

1) тривалість технологічного процесу $T_{ТП}$ 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.

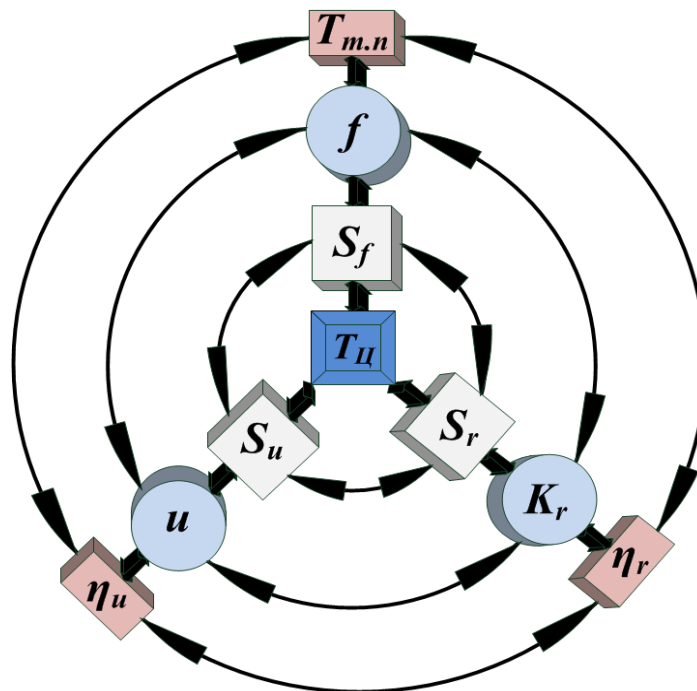


Рисунок 2.9 – Взаємозалежність параметрів і показників ефективності ТП ТО

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 $T_{ц}$ 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 Теоретичні положення розрахунку продуктивності стаціонарних постів

Під час аналізу ОТС ТП які виконуються на ТЛ, вважали, що сума часткових програм, яка складає загальну програму, є постійною, 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].

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

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

$$Q_P \leq W_k; W_k = \text{var} \quad (2.5)$$

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

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

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

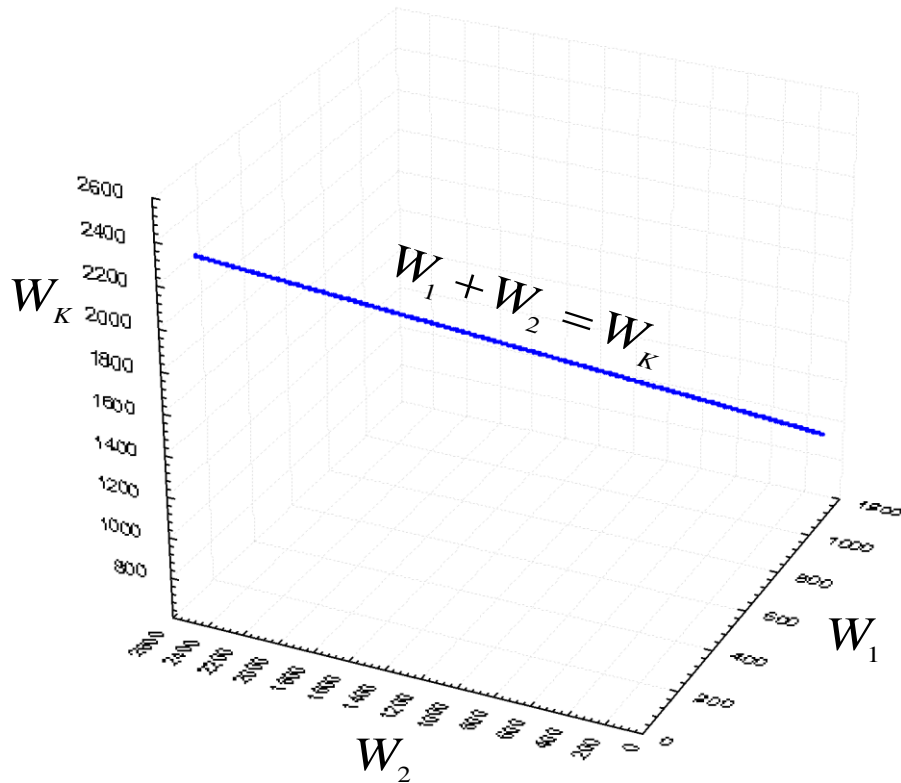


Рисунок 2.10 – Визначення загальної програми процесів, які виконуються на стаціонарних постах.

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

де T_1, T_2, \dots, T_n – тривалість різних ТО;

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

де P_1, P_2 – емпіричні частоти.

Продуктивність постів для монопредметної монотехнологічної спеціалізації розраховується за відомою формулою:

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

де Φ_D – дійсний фонд часу робітника, год; $T_{m.n}^{TO_i}$ – тривалість технологічного процесу, год.

Тривалість всіх видів ТО за міжремонтний період становитиме

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

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

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

$$Q_p^{TO-3^{KP}} = \frac{N \cdot Bp_{cep}}{L_{TO-3^{KP}}}, \text{ од.}; \quad (2.11)$$

$$Q_p^{TO-3^{PP}} = \frac{N \cdot Bp_{cep}}{L_{TO-3^{PP}}} - Q_p^{TO-3^{KP}}, \text{ од.}; \quad (2.12)$$

$$Q_p^{TO-3} = \frac{N \cdot Bp_{cep}}{L_{TO-3}} - Q_p^{TO-3^{PP}} - Q_p^{TO-3^{KP}}, \text{ од.}; \quad (2.13)$$

$$Q_p^{TO-2} = \frac{N \cdot Bp_{cep}}{L_{TO-2}} - Q_p^{TO-3} - Q_p^{TO-3^{PP}} - Q_p^{TO-3^{KP}}, \text{ од.}, \quad (2.14)$$

де N – кількість тракторів, од.; Bp_{cep} – середнє напрацювання тракторів за рік, мото-год; Q_p^{TO-2} – продуктивність ТП $TO-2$, ТО/рік; Q_p^{TO-3} – продуктивність ТП $TO-3$, ТО/рік; $Q_p^{TO-3^{PP}}$ – продуктивність ТП $TO-3^{PP}$, ТО/рік; $Q_p^{TO-3^{KP}}$ – продуктивність ТП $TO-3^{KP}$, ТО/рік.

Продуктивність ПТО за різними видами ТО становитиме:

$$Q_p^{TO-2} + Q_p^{TO-3} + Q_p^{TO-3^{PP}} + Q_p^{TO-3^{KP}} = Q_p^{ПТО}. \quad (2.15)$$

2.5 Теоретичні положення обґрунтування спеціалізації стаціонарних постів

Розвиток багатопредметної спеціалізації, як поліпредметної так і політехнологічної, є надзвичайно важливим для забезпечення ефективних процесів технічного сервісу, і вони ґрунтуються на дослідженнях ОТС ТП [14 13].

Організаційно-технологічна сумісність (ОТС) – це властивість, яка визначає як можливість, так і доцільність об'єднання в спільному потоці різних ТП ремонту та ТО. Ця властивість зумовлена подібністю конструкції,

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

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

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

Відмінність затрат ПТО при

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

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

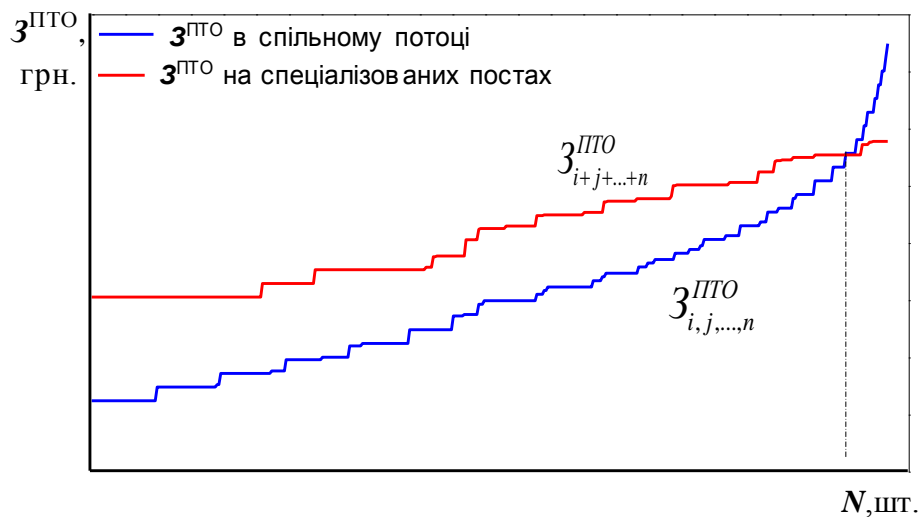


Рисунок 2.11 – Витрати на проведення монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації

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

Висновки до розділу 2

1. Чинна методика інженерного розрахунку пунктів технічного обслуговування тракторів не орієнтована на фірмовий технічний сервіс і не

повною мірою враховує структурні особливості технологічних процесів, а тому потребує суттєвого вдосконалення.

2. На підставі загальних положень дослідження процесів технічного сервісу розроблена часткова методика розрахунку параметрів та показників ефективності технологічних процесів технічного обслуговування на основі їх моделювання з використанням теорії графів і розкладів, яка уможливує урахування структурних особливостей ТП ТО – обмежень на черговість виконання операцій, розміщення робочих зон об'єкта обслуговування.

3. Запропонована методика аналізу ОТС ТП, які виконуються на стаціонарних постах, передбачає врахування непропорційності зміни часткових програм (W_1, W_2) ТО відповідно до співвідношень їхньої тривалості. Як наслідок, загальна програма ТО (W_k) є змінною.

4. Застосування цієї методики для аналізу процесів ТО тракторів ХТЗ дало змогу підвищити точність розрахунку показників ОТС як для різних рівнів завантаження ПТО за продуктивністю, так і для окремих виробничих структур ПТО загалом.

5. Виробнича структура ПТО залежить від спеціалізації (функціонального призначення), яка може бути моно- чи поліпредметною (за об'єктом обслуговування) та моно- чи політехнологічною (за видом ТО). Спеціалізація ПТО обґрунтовується на підставі аналізу організаційно-технологічної сумісності різних ТП у спільному потоці.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Загальна методологія досліджень

Дослідження, що проводилися в роботі, ґрунтуються на методі моделювання ТП ТО [88; 93; 94].

Для аналізу КТБ тракторів ХТЗ різних моделей окреслено навколо трактора межі робочих зон відповідно до антропологічних даних людини, дотримуючись правила: в одній робочій зоні може знаходитись один працівник і виконуватись лише одна операція [51; 120].

Вибір РТО для проведення ТО відбувався за критерієм технічного рівня диференціальним методом та за рекомендаціями заводу-виробника. Цей метод характеризується такими основними показниками: призначення, надійність, економічність, ергономічність, естетичність та екологічність [33; 61; 73].

Тривалості технологічних операцій ТО визначали методом хронометражу на базі ННЦ ЛНАУ, розрахунково-аналітичним та за допомогою типових норм часу на виконання ТО, встановлених заводом-виробником подано в дод. Б [14; 122-124; 126-131].

Побудова невпорядкованої моделі ТП ТО є віддзеркаленням послідовності виконання технологічних операцій у визначених робочих зонах. Упорядкування структури ТП дає можливість окреслити розклад праці робітників S_u , виконання операцій обладнанням r -го типу S_r на S_f постах.

У ТП ТО, на відміну від процесу ремонту та розбирання-складання немає строго встановленої виробничо-технологічної послідовності виконання операцій. Лише деякі групи операцій мають чітку черговість, це дає змогу під час імітаційного моделювання за певної кількості робочих зон, робітників та обладнання суттєво скоротити тривалість ТО.

Імітаційне моделювання ТП ТО передбачало декілька етапів:

- змінна кількість робітників та незмінна кількість обладнання і постів;

- кількість робітників та обладнання змінювалися, та не змінювалася кількість постів;

- моделювання при змінній кількості робітників, обладнання та постів.

Процес моделювання уможливив визначення мінімально можливої тривалості ТП різних моделей.

Методика вибору раціональних відмін технологічних схем процесу з техніко-економічного погляду дає змогу обґрунтувати доцільність різних виробничих структур [96].

Результати обґрунтування раціональних відмін ТП показують, що в діапазоні певних значень продуктивності виробнича структура ПТО, яка визначається кількістю основного РТО K_r і кількістю постів f , залишається незмінною, а змінюється лише кількість робітників u .

Таким чином отримано ряд виробничих структур ПТО тракторів ХТЗ з різною виробничою структурою, впорядкований у зростаючому порядку за значенням річної продуктивності Q_p (за значенням головного параметра).

Для кожної виробничої структури ПТО з параметричного ряду встановлено раціональні значення продуктивності $Q_{p \text{ rat}}$, що забезпечують мінімальну собівартість ТО (тобто $C_{\text{ПТО}} \rightarrow \min$). Для сформованого параметричного ряду раціональні продуктивності усіх ПТО збігаються з максимальними ($Q_{p \text{ rat}} = Q_{p \text{ max}}$).

Слід зазначити, що значення головного параметра ПТО $Q_{p \text{ max}}$ не утворюють жодних прогресій – ні арифметичних, ні геометричних.

Аналіз параметричних рядів також дав змогу виявити цікаву закономірність, особливо цінну для оперативного управління ТП ТО. Оскільки реальний вхідний потік замовлень на ТО є стохастичним і впродовж експлуатації ПТО за роками, і протягом певних періодів року, має яскраво виражений сезонний характер, то з метою запобігання значному падінню ефективності ТП, у разі зменшення попиту на ТО, доцільно зменшувати кількість зайнятих робітників.

Для кількісної оцінки ефективності роботи системи обслуговування, до якої у випадкові моменти часу надходять замовлення, користуються методикою аналізу випадкових процесів з дискретним станом, який зручно відобразити геометричною схемою, так званим *графом станів*. Під час розрахунку характеристик ефективності роботи системи обслуговування необхідно визначити, окрім можливих станів системи, також ймовірність настання цих станів (P_i).

3.2 Методика вибору ремонтно-технологічного обладнання

У ТП ремонту дія на предмет праці здійснюється людиною за допомогою РТО. Технологічне обладнання – це засоби технологічного забезпечення, в яких для виконання певної частини технологічного процесу розміщені матеріали або заготовки, засоби дії на них або технологічна оснастка. До технологічного обладнання, наприклад, належать: преси, верстати, випробувальні та обкатувальні стенди тощо [80].

РТО, яке використовується для виконання однойменних операцій в ТП ремонту машин, істотно різниться за своїми параметрами та техніко-економічними показниками [71].

Параметр – це незалежна або пов'язана з іншими параметрами числова величина, яка характеризує виріб у цілому або окремі його властивості. Розрізняють головні та основні параметри. *Головний параметр* найбільш повно відтворює або регламентує технічні та експлуатаційні властивості виробу і залишається незмінним у разі його технічного вдосконалення. *Основний параметр* залежить від головного параметра і характеризує або регламентує окремі з найважливіших технічних та експлуатаційних властивостей виробу і може змінюватись у разі його технічного вдосконалення.

З метою обґрунтованого вибору обладнання для відповідних ТП потрібно провести аналіз технічного рівня цього обладнання.

Відомі чотири методи визначення технічного рівня виробів: диференційний, комплексний, змішаний та індексний. Диференційний метод передбачає:

1) визначення техніко-економічних параметрів;

2) поділ параметрів на групи показників якості, залежно від того, які властивості виробу характеризують ці параметри. Номенклатура основних груп показників якості продукції:

- *показники призначення*: продуктивність, вантажопідйомність, встановлену потужність двигунів, рівень механізації та автоматизації, габаритні розміри, масу тощо;

- *показники надійності*: напрацювання на відмову T_O , середній час відновлення працездатності T_B , середній термін служби до капітального ремонту, термін гарантії, коефіцієнт готовності $K_T = T_O / (T_O + T_B)$; коефіцієнт технічного використання $T_{T,B} = K_T t_D / t_H$,

де t_H – номінальний фонд робочого часу; $t_D = t_H - t_{TO}$ – дійсний фонд робочого часу; t_{TO} – час планових технічних обслуговувань;

- *показники економічного використання палива, енергії, матеріалів та інших ресурсів*: продуктивність на одиницю площі, питому площу ($m^2/од.$ головного параметра), питому витрату теплоти, електроенергії (кВт·год/од. головного параметра), питому витрату стиснутого повітря ($m^3/год /од.$ головного параметра);

- *показники технологічності* – енергоємність і трудомісткість виготовлення, питому масу (кг/од. головного параметра);

- *показники транспортабельності* – середню тривалість підготовки виробу до транспортування;

- *ергономічні та естетичні* показники визначаються методом експертних оцінок 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 за п'ятибальною шкалою;

– показники *стандартизації та уніфікації*:

коефіцієнт застосовуваності

$$K_3 = (n - n_0) / n \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

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

$$П_3' = \sum_{i=1}^3 k_i' N_i' / N, \quad (3.4)$$

де s_i – кількість груп значущості; k_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

$$П_3'' = \delta \sum_{i=1}^3 k_i'' N_i'' / N, \quad (3.5)$$

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

загальний показник патентного захисту виробу $П_3 = П_3' + П_3''$;

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

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

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

1. Метою технічного нормування ремонтних робіт є визначення обґрунтованих норм часу, які забезпечують високу продуктивність праці за умови дотримання вимог до якості роботи.

2. Об'єкти нормування:

Всяка операція (ТО або ЕТО) має свою структуру, елементи якої також можуть бути об'єктами нормування:

перехід – це частина ТО або ЕТО яка виконується на тій самій поверхні, тим самим інструментом і на постійному режимі;

прохід – це частина переходу, яка повторюється та характеризується одноразовим переміщенням різального інструменту по одній поверхні за умови незмінності подачі та числа обертів верстата;

прийом – це частина проходу, що характеризується закінченим рухом робітника, який має певне призначення;

трудовий рух – це частина прийому, що характеризується переміщенням рук робітника з дотиканням до об'єкта ремонту чи засобів праці або переміщенням самого робітника;

Вибір об'єкта нормування залежить від мети нормування. Основними об'єктами нормування є ТО або ЕТО.

3. Методи нормування:

Досвідно-статистичний метод передбачає визначення норми часу на підставі досвіду нормувальника та звітних статистичних даних про затрати часу на аналогічні або подібні роботи за певний період.

Метод порівняння полягає в порівнянні складності та трудомісткості роботи, що нормується, зі складністю та трудомісткістю робіт, на які є розроблені норми часу (наприклад, типові норми часу на ремонт машин та їх агрегатів, а також на відновлення деталей). Точність згаданих двох методів невисока.

Розрахунково-аналітичний метод передбачає використання розрахункових формул, які пов'язують тривалість окремих складових ТО з параметрами РТО та режимами його роботи.

Аналітично-дослідницький метод використовують у тих випадках, коли норму часу важко визначити технічним розрахунком. Суть його полягає в проведенні фотографії робочого дня, хронометражу та фотохронометражу. Цей метод забезпечує найвищу точність результатів.

Фотографія – це неперервне спостереження за всіма (продуктивними та непродуктивними) затратами робочого часу впродовж певного періоду (робочого дня, зміни).

Хронометраж – це спостереження за продуктивними затратами часу на виконання ТО або певної роботи.

Хронометраж буває неперервним, вибіркоким і цикловим.

З метою підготовки до хронометражу для кожної технологічної операції заповнюють хронокарти, де заносять усі дані про технологічну операцію, обладнання, інструмент, оснастку, кваліфікацію робітника, а також про стан організації праці та обслуговування робочого місця. У хронокартах належить вказати всі переходи, комплекси прийомів, прийоми, дії, рухи, що входять до складу ТО [14].

З метою означення меж кожної складової частини операції потрібно обрати фіксажні точки чіткі зовнішні ознаки, які визначають початок або закінчення складових ТО.

Для визначення необхідної кількості замірів використовують дані, наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Мінімальна кількість спостережень під час хронометражу

Тип виробництва	Тривалість технологічної операції або її складової, хв						
	до 0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-5,0	5,0-10,0
Масове	125	80	50	35	25	20	15
Великосерійне	125	80	35	25	20	15	12
Середньосерійне	125	80	35	25	15	12	10
Дрібносерійне	125	80	35	25	15	10	8

Оскільки на об'єктивність результатів хронометражу впливають фізичний та психічний стан робітника, то спостереження повинні розпочинатись не раніше ніж через 60 хв після початку зміни та припинятись не пізніше ніж за 60 хв до її закінчення. Робітники, праця яких є об'єктом спостереження, повинні бути ознайомлені з метою проведення хронометражних спостережень [14].

Після того як була отримана необхідна кількість замірів тривалості ТО та їхніх складових (сформовано хронометражні ряди), слід провести статистичне опрацювання результатів експерименту:

– розрахувати коефіцієнт 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 (табл. 3.2). Якщо виконується нерівність:

$$k_{cm} \leq k_{cm.n} , \quad (3.12)$$

то ряд вважається стійким.

У разі невиконання умови (3.12) ряд вважається нестійким. Тоді один із крайніх замірів (найбільший або найменший) відкидається і знову проводиться перевірка на стійкість. Якщо під час перевірки на стійкість було відкинуто понад 30 % членів ряду, то потрібно провести додаткові хронометражні спостереження, щоб доповнити хронометражний ряд до мінімально необхідної кількості замірів.

Таблиця 3.2 – Нормативні коефіцієнти стійкості хроноряду

Тип виробництва	Тривалість технологічної операції або її складової, хв							
	по 3		4–6		7–18		понад 18	
	Вид робіт							
	<i>M</i>	<i>P</i>	<i>M</i>	<i>P</i>	<i>M</i>	<i>P</i>	<i>M</i>	<i>P</i>
Масове	1,8	2,5	1,5	2,0	1,3	1,7	1,2	1,5
Великосерійне	2,2	2,8	1,8	2,5	1,5	2,0	1,3	1,7
Середньосерійне	2,2	2,8	2,0	2,8	1,8	2,5	1,5	2,0
Дрібносерійне	2,2	2,8	2,5	3,0	2,0	2,8	1,8	2,5

Примітка: *M* – машинні; *P* – ручні.

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, 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 – поєднання індивідуальної фотографії та хронометражу, спостереження проводять методом індивідуальної фотографії, комбінуючи її з диференційованими замірами тривалості елементів оперативного часу (хронометражем).

4. Технічна норма часу. Складові норми часу

Весь робочий час поділяють на нормований, пов'язаний з виконанням продуктивної роботи, і ненормований (усі непродуктивні втрати часу, що пов'язані з організаційно-технологічною неузгодженістю або ж незадовільною дисципліною).

Нормований час поділяють на:

основний (T_o) – це час, протягом якого зазнають зміни форма, розміри, фізико-механічні властивості поверхонь або зовнішній вигляд об'єкта ремонту. Наприклад, для механічної обробки це час зняття стружки, а для електрозварювання – час плавлення електрода;

допоміжний ($T_{доп}$) – це час допоміжних дій, які забезпечують виконання основної роботи. Наприклад, для механічної обробки це час на встановлення, закріплення та зняття деталі, зміну режимів обробки тощо;

оперативний ($T_{оп}$) – це час безпосередньо на виконання операції

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} ; \quad (3.15)$$

додатковий ($T_{дод}$) – це час на організаційно-технічне обслуговування робочого місця (ТО обладнання, підтримання на робочому місці належного порядку тощо), відпочинок та особисті потреби робітника. Ця складова норми часу завжди розраховується як певний відсоток K від оперативного часу

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot K}{100} ; \quad (3.16)$$

штучний ($T_{шт}$) – час, який необхідний для виконання роботи над кожною деталлю

$$T_{шт} = T_o + T_{доп} + T_{дод} = T_{оп} + T_{дод} ; \quad (3.17)$$

Підготовчо-завершальний ($T_{ПЗ}$) – це час на отримання наряду або завдання на роботу, ознайомлення з кресленням, технологічною документацією, час на отримання та здавання інструменту та пристроїв, час на здавання деталей. Підготовчо-завершальний час витрачається один раз на всю партію деталей обсягом n .

технічно обґрунтована норма часу (T_H) – час, що необхідний для виконання певної роботи у визначених організаційно-технічних умовах із забезпеченням раціонального використання засобів праці й урахуванням досвіду кваліфікованих робітників.

$$T_H = T_o + T_{доп} + T_{дод} + (T_{ПЗ} / n) . \quad (3.18)$$

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

3.4.1 Побудова невпорядкованої моделі процесу

Під *структурою ТП* розуміють множину операцій визначеної тривалості та характер міжопераційних зв'язків. Структура ТП зумовлена властивостями КТБ.

Технологічна операція – це технологічно завершена та організаційно відокремлена частина ТП, яку виконує один виконавець (або група), як правило, на одному робочому місці за допомогою одних і тих самих знарядь праці (обладнання) над певним предметом праці. Отже, технологічна операція характеризується незмінністю предмета праці, обладнання та виконавця [3; 81].

Оскільки під час проектування ТП неможливо передбачити, які саме роботи будуть виконуватись на кожному робочому місці, то доцільно ввести поняття *елементарної технологічної операції (ЕТО)* – фізично завершеної, конструктивно та технологічно неподільної складової частини процесу. Неподільність ЕТО зумовлена характером конструкції об'єкта. ЕТО

характеризуються тривалістю (наслідок досягнутого рівня продуктивності ремонтної техніки та технології, а також приремонтного технічного стану об'єкта праці) і черговістю виконання [48; 52; 53].

Обмеження на черговість виконання ЕТО задаються міжопераційними зв'язками, які об'єктивно формуються конструктивними особливостями об'єкта ТО, можливостями технології та технічних засобів її втілення.

Розрізняють дві групи міжопераційних зв'язків: 1) залежні та незалежні—це група часових просторових зв'язків; 2) орієнтувальні, що вказують на тип обладнання, на якому повинна виконуватись ЕТО.

Графічною формою відтворення структури ТП є неупорядкована модель ТП. Моделі ТП ТО тракторів ХТЗ задаються 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, які показують взаємозалежність між окремими ЕТО. Для визначення цієї взаємозалежності, окрім конструктивних обмежень на черговість виконання ЕТО, слід враховувати ще й обмеження, що задані параметрами обладнання (зокрема рівнем вертикальної концентрації ЕТО). Кожному ребру графа G_{mn} надані відповідні характеристики (ваги): B_m – тривалості виконання ЕТО; R_m – характеристика, що орієнтує на використання певного типу обладнання [87; 90; 92].

Залежно від структурних властивостей розрізняють однорідні та неоднорідні ТП.

В однорідних ТП ЕТО однакової тривалості, міжопераційні зв'язки незалежні, обладнання однотипне – тобто це процеси рівновекторні одноярусні вільної орієнтації.

Неоднорідні ТП мають три різновиди:

– нерівновекторний одноярусний вільної орієнтації – ЕТО різної тривалості, міжопераційні зв'язки незалежні, обладнання однотипне;

– нерівновекторний багатоярусний вільної орієнтації – ЕТО різної тривалості, міжопераційні зв'язки залежні, обладнання однотипне;

– нерівновекторний багатоярусний спрямованої орієнтації – ЕТО різної тривалості, міжопераційні зв'язки залежні, обладнання різнотипне. Ці ТП найбільш поширені в ТО.

Моделі структури ТП ТО будуються безвідносно до організаційного режиму функціонування ПТО і тому є невпорядкованими моделями.

Невпорядкована модель технологічного процесу ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 подано у дод. Б на рис. Б.1.

На підставі невпорядкованої моделі ТП розраховують динамічні показники об'єкта:

мінімально можливого часу обслуговування $T_{Т.Ц}$;

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

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

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

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

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 $T_{i,j}^{mex}$, 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

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

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

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

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

$T_{дг.б.і}, T_{рг.б.і}, T_{об.б.і}$ – тривалість додаткових операцій під час діагностування, регулювання та технічного обслуговування.

3.4.2 Впорядкування моделі технологічного процесу

Впорядкувати модель ТП означає привести її у відповідність до організаційного режиму роботи ПТО. Це здійснюється розподілом ЕТО по робочих місцях технологічних позицій з урахуванням характеру міжопераційних зв'язків. Умовами розподілу є мінімізація тривалості технологічного циклу $T_{т.ц}$, кількості робітників u та ремонтно-технологічного обладнання різних типів K_z .

Для впорядкування моделі ТП використовують ЕОМ.

Математична формалізація графічного запису неупорядкованої моделі ТП полягає в побудові матриці інцидентності ребер графа $G_{mn} (X_m, U_m)$, а також у заданні масиву тривалості ЕТО та масиву орієнтувальних зв'язків R .

Матриця інцидентності ребер графа $G_{mn} (X_m, U_m)$ будується таким чином: якщо i -та та j -та операції є взаємозалежними, то в j -му рядочку i -го стовпчика та i -му рядочку j -го стовпчика записують одиницю; якщо ж i -та та j -та операції є взаємонезалежними, то на цих же місцях у матриці записують нуль. Очевидно, що побудована таким чином матриця є симетрична відносно головної діагоналі, і для її опису достатньо задати лише координати одиниць, що розташовані під головною діагоналлю.

Результатом впорядкування ТП є розпис виконання ЕТО по робочих місцях технологічних позицій, розпис праці робітників та окремих одиниць обладнання різних типів. Розпис визначає 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).

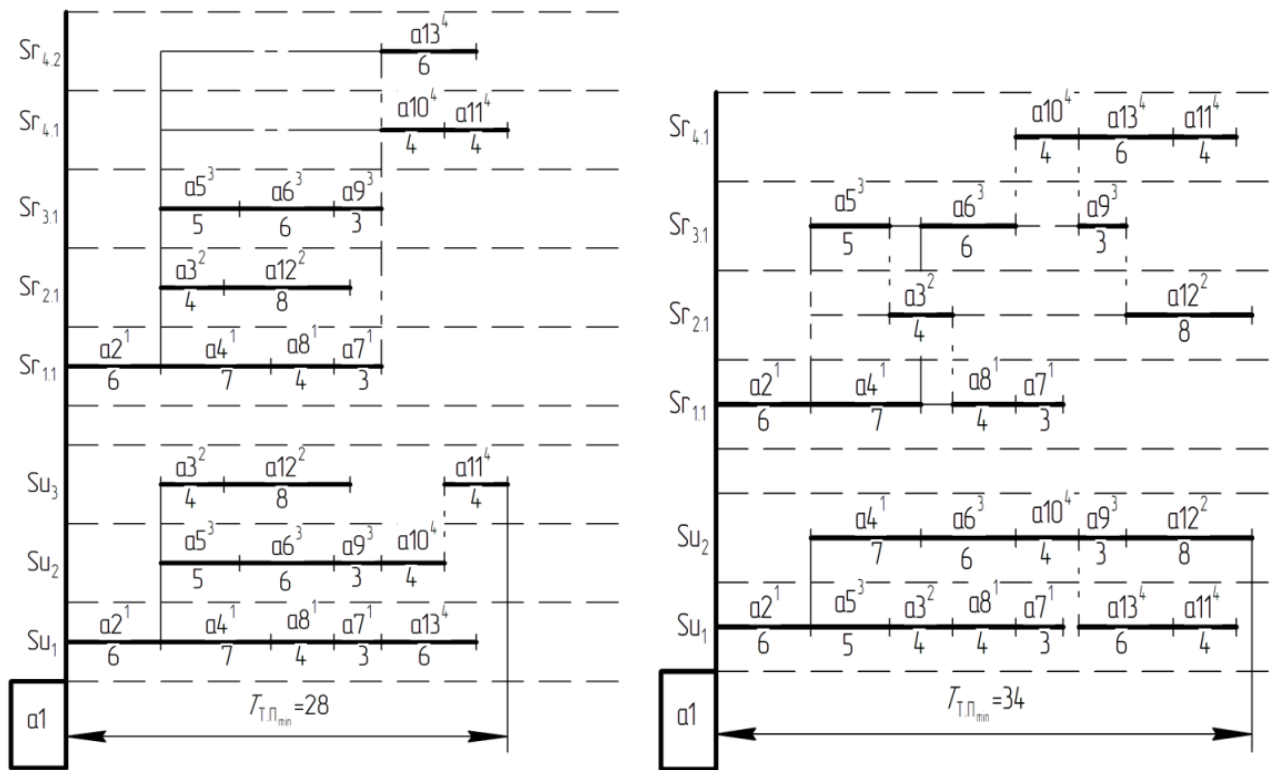


Рисунок 3.1 – Приклад моделі впорядкованої структури ТП ТО:

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.

Структура впорядкованого ТП визначається кількістю технологічних позицій (постів) f , робочих місць $K_{p,m}$, обладнання різних типів K_z , взаємним розташуванням окремих одиниць цього обладнання, а також кількістю робітників u . Значення f , u , $K_{p,m}$, K_z , а також значення продуктивності Q_p є головними параметрами впорядкованого ТП.

Зауважимо, що кількість робітників u не завжди збігається з кількістю робочих місць $K_{p,m}$. У сучасному ремонтному виробництві все частіше практикують процеси, в яких кількість робітників менша від кількості робочих місць. Це дає змогу вирівняти завантаження робітників, підвищити рівень використання фондів їхнього робочого часу.

Що ж до кількості постів f , то це кількість об'єктів, які одночасно перебувають у технологічному циклі. Одиниці f відповідає технологічна позиція – це одиниця структури впорядкованого ТП, де в межах тривалості над одним об'єктом виконуються певні технологічні дії. Очевидно, що поняття

технологічної позиції ширше від поняття робочого місця, оскільки на одній технологічній позиції може бути декілька робочих місць, але лише один об'єкт обслуговування (саме об'єкт, а не та чи інша його складова частина).

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; $i=1,2,\dots,f$; $j=1,2,\dots,l$; 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 імітаціонного моделювання технологічних процесів технічного обслуговування

3.5.1 Загальна методологія моделювання

Скоротити тривалість ТП ТО об'єкта можна залученням більшої кількості робітників u , ремонтно-технологічного обладнання K_r та збільшенням постів f . Але в цьому разі ускладнюється визначення тривалості ТП ТО $T_{T,П}$ і показників ефективності використання фонду робочого часу виконавців та обладнання. Традиційно вся сукупність робіт, яку потрібно виконати під час ТО об'єкта, розглядалася як єдиний неподільний ТП з відомою трудомісткістю і кількістю обладнання ($K_r=1$) та здебільшого стосувалась одного виконавця. Під час залучення допоміжних виконавців з метою скорочення тривалості ТО загальна нормативна трудомісткість ділилась між ними навпіл. Такий розподіл не враховував неминучих простоїв робітників, які виникали внаслідок часових і просторових обмежень на виконання операцій.

Для визначення залежності параметрів ТП ТО та показників його ефективності (а також інших простоїв, пов'язаних із ТО, у яких можна застосувати бригадний метод організації праці) від кількості залучених виконавців, обладнання та постів розроблена методика, яка ґрунтується на структурному моделюванні процесу на ЕОМ і складається з таких етапів:

1. Визначення максимальної кількості робочих зон для суб'єктів праці з врахуванням антропогенних даних людини, а також конструкції трактора.
2. Визначення переліку технологічних операцій та їх тривалості.
3. Формування та занесення в пам'ять ЕОМ первинних даних для моделювання.

4. Моделювання процесів на ЕОМ та аналіз його результатів.

Формування розкладу операцій між відомою кількістю виконавців, обладнання та постів здійснюють за алгоритмом структурного моделювання процесів ТО об'єкта (рис. 3.2).

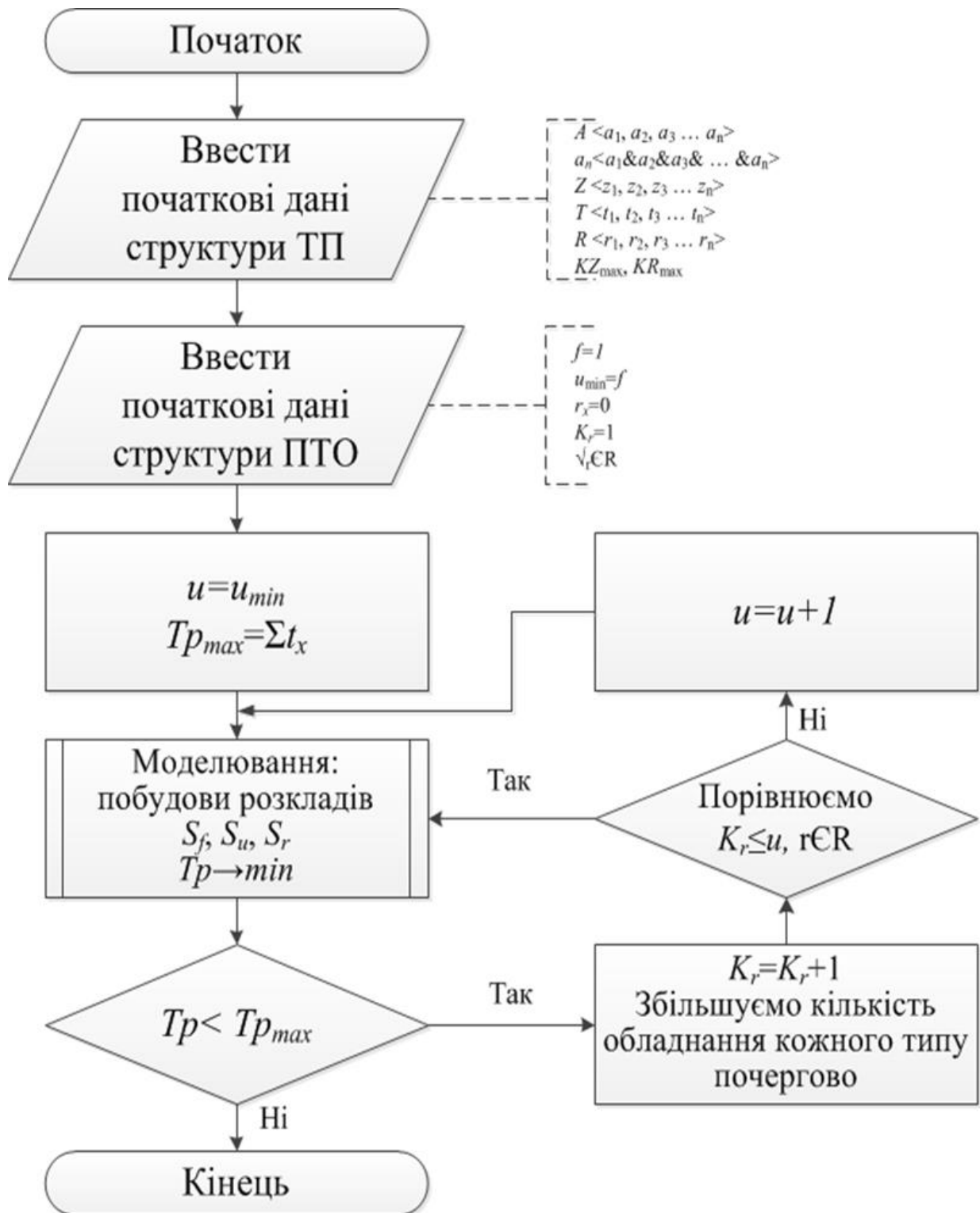


Рисунок 3.2 - Алгоритм моделювання технологічних процесів ТО, які виконуються на стаціонарних постах

Цей алгоритм дає змогу отримати такий розпис операцій, за якого тривалість технологічного циклу є мінімальною за одночасного досягнення максимально можливих значень їх коефіцієнтів використання. Такий розподіл здійснюється з дотриманням таких обмежень: по-перше, в одній робочій зоні одночасно може виконуватися операція лише одним виконавцем і одним типом обладнання, тому операції, які просторово розміщені в одній робочій зоні, у невпорядкованій моделі можуть розташовуватися лише послідовно, але не паралельно; по-друге, розподіл операцій між виконавцями та обладнанням здійснюють без порушення часових та міжопераційних зв'язків; по-третє, потрібно досягнути мінімуму втрат робочого часу виконавців під час переміщень їх навколо трактора та в інші робочі зони [125].

3.5.2 Алгоритм роботи системи пошуку рішення для фіксованої кількості робітників, ремонтно-технологічного обладнання та постів

Для імітаційного моделювання ТП ТО різних об'єктів у середовищі *Net Beans IDE* розроблено систему автоматизованого проектування.

Вихідними даними для моделювання є кількість: ЕТО та їх зміст, робочих зон, в яких вони проводяться, типів обладнання, норм часу на операції та пріоритету виконання тих чи інших операцій.

Зміст та форми файлів вхідних даних для моделювання ТП ТО подані у дод. Б.

Дана система працює таким чином.

Постановка задачі. Необхідно знайти мінімальний час $T_{ТЛ}$, за який можна виконати N операцій, на які накладено виразу виробничо-технологічну структурність.

Представимо послідовність операцій як множину $O_{pi}=\{O_{p1}, O_{p2}, \dots, O_{pn}\}$. Кожна з операцій O_{pi} має заданий порядковий номер id_i , тривалість виконання t_i , номер робочої зони z_i , тип інструменту e_i та множину операцій $p_i=\{p_{i1},$

p_{i2}, \dots, p_{in} }, які необхідно виконати до моменту виконання поточної операції. Час завершення операції позначимо через t_{ei} .

Для спрощення логічних перетворень використаємо позначення реєстрів вільних зон навколо об'єкта FZ (*free zone*)= $\{fz_1, \dots\}$, працівників FW (*free workers*)= $\{fw_1, \dots\}$, обладнання FE (*free equipment's*)= $\{fe_1, \dots\}$, переліку операцій які виконуються $OPIP$ (*operations in progress*)= $\{opip_1, \dots\}$, операцій які можуть виконуватися ROP (*reachable operations*)= $\{rop_1, \dots\}$ та множину можливих операцій, які можуть бути виконані на наступному етапі PM (*possible moves*), – це означає, що усі необхідні операції, які необхідно попередньо виконати, вже є завершені. Поточний час системи позначимо через T . Для розв'язку задачі необхідно запуснути симуляцію процесу для M випадкових розкладів.

Для розв'язання задачі використовується такий алгоритм пошуку рішення:

Крок 1. Внесення множини даних у систему та їх зчитування. Визначення операцій, які можуть бути виконані невідкладно. Для цього необхідно перевірити усі операції O_{pi} та вибрати ті, в яких множина операцій становить $p_i = \{\}$. У разі виявлення таких операцій додати їх до реєстру операцій, які можуть виконуватися ROP .

Крок 2. Якщо є невиконані чи незакінчені операції, то переходимо до наступного кроку 3, якщо навпаки, то до кроку 6. Для цього перевіряємо, чи $OPIP \diamond \{\}$ і $ROP \diamond \{\}$ мають порожні списки.

Крок 3. Знайти усі можливі невиконані операції, які можна негайно виконати, для цього необхідно очистити список PM від елементів. Після цього необхідно переглянути всі операції зі списку досяжних операцій. Вибираємо поточну операцію O_{pi} , перевіряємо у відповідних реєстрах (FW , FZ , FE), чи є вільні працівники для виконання даної операції fw_i , необхідна зона fz_i та обладнання fe_i . У разі, коли виконується умова наявності вільного робітника, обладнання та зони, додаємо операцію O_{pi} до списку PM .

Крок 4. Якщо є вільні робітники, обладнання та зони для виконання операції, переходимо до кроку 3, якщо ні, то до кроку 5 (у даному випадку не

відбуватимуться простої робітників, якщо є операції, які можна виконати в поточний момент часу).

Для цього перевіряється, чи є об'єкти в реєстрі вільних робітників FW і операції в списку PM . У разі, коли виконуються обидві умови, використовуємо генератор рівномірного розподілу випадкових величин для вибору номера операції x , яка буде надалі виконуватись. Додаємо операцію O_{px} до списку $OPIP$ та фіксуємо час початку виконання даної операції. Вилучаємо перший елемент із FW , знаходимо перше входження fz_x і fe_x та вилучаємо їх із реєстрів FZ та FE . Фіксуємо час завершення операції $t_{ei}=T+t_i$.

Крок 5. З масиву операцій, які перебувають у процесі виконання, вибираємо ті, які найшвидше завершаються. Після їх завершення → перехід до кроку 2.

Перевіряємо операції в реєстрі $OPIP$, знаходимо O_{pi} в множині $OPIP$, час завершення яких є найшвидший і рівний тривалості T . Завершуємо всі операції з тривалістю T та вивільнюємо працівників, робочі зони і обладнання. Проводимо вибірку всіх операцій, які є у реєстрі $OPIP$, якщо віднаходимо операцію O_{pi} , яка завершується в часі T_{ei} , вилучаємо її з цього реєстру. Незадіяних працівників, обладнання та вільні робочі зони вносимо у відповідні реєстри (FW , FZ , FE).

Обираємо всі операції O_{pi} , над якими не проводилося жодних дій і які відсутні в реєстрах $OPIP$ та PM . Для кожної операції O_{pi} з даного списку перевіряємо умову виконання операцій із множини P_i , якщо умова виконується, то додаємо її до реєстру PM .

Крок 6. Обчислити загальну тривалість процесу. Знайдений найкращий результат фіксуємо, одержимо значення змінної T , в якій записано час завершення останньої операції. У разі, коли $T < T_{min}$, знайденого нами на поточній ітерації, відбувається переприсвоєння значень $T_{min}=T$ та збереження послідовності виконання операцій у списку O_{pmin} .

Крок 7. Якщо умова виконання заданої кількості симуляцій процесу відбулася, то переходимо до кроку 8, якщо ні, то до кроку 2 (перезапуск

пошуку рішення). Перевіряємо кількість симуляцій процесу, якщо їхня кількість рівна M , завершуємо пошук, якщо ні, відбувається перезапуск симуляції процесу, поточний час якої знову рівний 0.

Крок 8. Вибрати мінімальну тривалість процесу T_{min} та вивести результати (послідовність виконання операцій), які збережені у O_{pmin} .

Описаний алгоритм дозволяє виконувати багато випадкових симуляцій побудови розв'язків. Кожен із розв'язків є відмінним, оскільки для вибору операцій, які будуть виконуватися, використовується генератор рівномірного розподілу випадкових величин.

3.5.3 Алгоритм роботи системи пошуку рішення для різноманітної конфігурації системи

Постановка задачі. Необхідно згенерувати можливі конфігурації залучення працівників, обладнання та постів для виконання роботи. Для кожного варіанта конфігурації необхідно знайти мінімальний час $T_{T,П}$ реалізації системи пошуку рішень.

З цією метою задається максимальна кількість працівників W_{max} та різнотипного обладнання $E_{max}=\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$. Можливі варіанти конфігурації системи зберігаються в списку S . Кожний з елементів множини s_i містить кількість працівників sw_i , обладнання se_i , поле для збереження найкращого часу виконання роботи заданої конфігурації системи st_i та послідовність виконання операцій sop_i .

Для розв'язку задачі використовується такий алгоритм пошуку варіантів конфігурації системи та тривалості її виконання:

Крок 1. Зчитати обмеження на пошук, зафіксувати кількість працівників.

На цьому кроці задається кількість W_{max} та E_{max} та початкове значення кількості працівників W .

Крок 2. Згенерувати усі варіанти залучення обладнання для заданої кількості робітників.

Для W шукають усі можливі варіанти розбиття кількості обладнання se_i так, щоб жоден se_i не перевищував W . До кожного з можливих варіантів e_i , кількості працівників W та множини S додається такий елемент se , за умови, що $se=e_i$ та $sw=W$.

Крок 3. Вибрати варіант залученого обладнання, запустити систему розв'язку для фіксованої кількості робітників, обладнання і робочих зон. Зберегти результати.

Послідовно вибирається варіант S_i . Цей варіант S_i використовується як вхідні дані для системи пошуку розв'язку для фіксованої кількості робітників та обладнання, яка описана вище. Відбувається пошук часу виконання для заданої конфігурації S_i . Час виконання роботи зберігається в st_i , а послідовність операцій зберігається в sop_i .

Крок 4. Якщо вичерпано всі варіанти залучення обладнання, то переходимо до кроку 5, якщо ні, то повертаємося до кроку 3.

Крок 5. Збільшити кількість робітників W .

Крок 6. Якщо залучено максимальну кількість робітників, то переходимо до кроку 7, якщо ні то до кроку 2.

У разі, коли $W > W_{max}$, необхідно завершити пошук, бо перевищено максимальну кількість робітників та знайдено і обчислено усі можливі варіанти.

Крок 7. Вивести результати роботи.

Для кожного S_i з множини S необхідно вивести час виконання операції st_i , послідовність виконання операції sop_i , кількість працівників sw_i та доступне обладнання se_i .

Після виконання описаного алгоритму отримуємо всі можливі конфігурації та час виконання роботи для кожного з варіантів.

3.5.4 Алгоритм роботи програми розрахунку та побудови параметричних рядів виробничих структур пунктів технічного обслуговування

Дане програмне забезпечення дає можливість в автоматизованому порядку отримати результати розрахунку коефіцієнтів використання робочого часу робітників та обладнання; продуктивності, тобто кількості ТО на рік залежно від різної кількості залучених працівників, РТО та постів; загальних витрат на ТП ТО Σ_3 , які охоплюють витрати ПТО на ТО трактора $Z_{ПТО}$, вид ТО трактора $Z_{ТО}$ та постійні витрати на обслуговування виробничого процесу (пункту ТО) $Z_{ПВ}$. Результати розрахунків формують параметричні ряди виробничих структур ПТО для різних видів ТО одного об'єкта на різних постах (монопредметна монотехнологічна спеціалізація), різних видів ТО одного об'єкта на одному пості (монопредметна політехнологічна спеціалізація) та різних видів ТО та об'єктів на одному пості (поліпредметна політехнологічна спеціалізація).

3.6 Методика вибору раціональних технологічних схем процесу

Аналіз отриманих залежностей для всіх можливих ТП показав, що вибір конкретного значення продуктивності Q_p раціонального ТП на підставі лише фізичних критеріїв не завжди можливий. Це пояснюється двома обставинами:

- 1) за різними фізичними критеріями різні ТП ТО найкращі;
- 2) якщо в основу обґрунтування ТП ТО покласти лише один критерій, то раціональних ТП може виявитися декілька.

З метою подолання цих труднощів усім фізичним критеріям (параметрам ТП) треба надати вартісні коефіцієнти вагомості, а раціональну ТП ТО для відомого значення визначити на підставі розрахунку тієї частини зведених технологічних витрат Σ_3 , що пов'язані з витратами ПТО на ТО та на різні види ТО тракторів ХТЗ.

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

де ΣZ – загальні витрати на ТП ТО, грн;

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

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

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

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^r – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

A_r – коефіцієнт амортизаційних відрахувань r -го типу обладнання;

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

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

де $B_{опал.}$ – витрати на опалення ПТО, грн;

$B_{елек.}$ – витрати на штучне освітлення ПТО, грн;

$B_{вод.}$ – витрати води на господарсько-питні потреби, грн.

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

де $B_{сил.елек.}$ – витрати на силову електроенергію, грн;

$B_{пал.-маст.}$ – витрати на паливо – мастильні матеріали, грн;

$B_{зап.част.}$ – витрати на запасні частини, грн;

$B_{тех.вод.}$ – витрати води на технологічні потреби, грн;

$B_{миюч.роз.}$ – витрати на миючий розчин, грн.

$$C_{пто} = \frac{3_{пто}}{Q_p}, \text{ грн.} \quad (3.33)$$

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

Витрати на опалення виробничих приміщень ПТО залежатимуть від його розмірів. Плануванням ПТО називають план розташування виробничого, підйомо-транспортного та іншого обладнання, санітарно-технічних і енергетичних мереж, проїздів тощо. Розробка планувальних рішень – найбільш складний і відповідальний етап проектування, оскільки при цьому необхідно враховувати організацію і взаємозв'язок виробничого процесу [4; 65].

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^3 ;

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

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

$$V_{дiл.} = F_{дiл.} \cdot h, \text{ м}^3. \quad (3.36)$$

Для оцінки теплотехнічних показників, прийнятого для розрахунків ПТО, а також для орієнтовних підрахунків потреби в теплоті для опалення будівлі використаємо питому теплову характеристику будівлі q_v .

Ця характеристика чисельно рівна тепловтратам 1 м^3 будівлі за годину при різниці температур між зовнішніми і внутрішнім повітрям $1 \text{ }^\circ\text{C}$ і залежить вона, в основному, від її об'єму.

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

де h – висота будинку, м.

Попередній розрахунок ΣQ тепловтрат ПТО з використанням q_v можна здійснити за формулою

$$\Sigma Q = a \cdot q_v (t'_g - t_3) \cdot V, \quad (3.38)$$

де a – коефіцієнт, що враховує вплив різниці температур $(t_g - t_3)$;

$$a = 0,54 + \frac{22}{t_g - t_3}; \quad (3.39)$$

V – об'єм будівлі за зовнішніми обмірами, м³;

t'_g – середнє значення температури повітря в приміщенні ПТО, приймається рівним t_g ($t_g = 16$ °С).

Визначивши потужність котла, вибираємо стандартний двоконтурний котел необхідної нам потужності. З технічної характеристики вибраного нами стандартного котла отримаємо показник середньодобової витрати газу. Тоді загальні затрати на опалення становитимуть

$$B_{опал.} = 7,18 \cdot Q_{сер}, \text{ грн/м}^3, \quad (3.40)$$

де $Q_{сер}$ – середня витрата газу, м³/год.

Освітлення робочого місця нормується згідно з Державними будівельними нормами України ДБН В.2.5–28–2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.

Мінімальна освітленість встановлюється залежно від розряду виконуваних зорових робіт. Для IV розряду зорових робіт вона становить 300...500 лк.

Перевіримо освітленість робочого місця користувача ПК на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань, рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК, становить 200 лк за освітленості тієї ж поверхні відкритим небосхилом у 20000 лк, тобто КПО=1%, що не відповідає нормативному КПО.

Для штучного освітлення в приміщенні використовуються люмінесцентні лампи.

Розрахунок штучного освітлення проводимо для розрахованої площі ПТО.

Скористаємося методом використання світлового потоку. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню, за формулою

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

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 мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1...1,2, у нашому випадку $Z=1,1$);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, у нашому випадку $K=1,5$);

η – коефіцієнт використання світлового потоку (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{\text{ст.}}$) і стелі ($\rho_{\text{стелі}}$)), значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{\text{ст.}}=40\%$ і $\rho_{\text{стелі}}=60\%$.

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.

Висновки до розділу 3

Застосований метод теорії графів дає змогу відобразити особливості виробничо-технологічних процесів ТО тракторів ХТЗ, які належить враховувати під час проєктування ТП.

Побудова невпорядкованих моделей ТП ТО, різних видів ТО тракторів ХТЗ, вершини яких символізують ЕТО, а ребра вказують на характер часових та орієнтувальних зв'язків між ними, забезпечує відповідний опис структури ТП (визначення переліку ЕТО, можливої послідовності їх виконання з урахуванням особливостей проведення ТО та параметрів обладнання).

За результатами аналізу впорядкованих моделей ТП ТО встановлено, що збільшення кількості обладнання і постів зменшує тривалість ТП $T_{т.п}$ при незмінній кількості операцій та працівників. Доцільним є залучення до ТП ТО більшої кількості обладнання тих типів, тривалість роботи яких є найбільшою. Максимальна кількість залучених робітників до ТП різних видів ТО є різною та залежить від виду ТО, кількості обладнання, постів та робочих зон.

Процес моделювання створює умови для забезпечення:

1. реалізації важливих теоретичних положень про взаємозалежність різних параметрів ТП ТО (фронтів ТО f , кількості робітників u і обладнання різних типів K_r), а також взаємозалежності різних показників ефективності ТП (тривалості $T_{т.п}$ коефіцієнтів використання фондів робочого часу робітників η_u і обладнання η_r);

2. автоматизованого розрахунку параметрів і показників ефективності ТП та техніко–економічних показників;

3. отримання початкових даних для синтезу параметричних рядів виробничих структур різної продуктивності, визначення максимальної та оптимальної продуктивності.

Важливим напрямом досліджень є обґрунтування виробничої структури пунктів ТО мобільних енергетичних засобів. На підставі загальних положень

дослідження процесів технічного сервісу в науковій роботі [39] розроблена часткова методика розрахунку параметрів та показників ефективності технологічних процесів ТО на основі їх моделювання з використанням теорії графів і розкладів. Представлена методика уможливорює урахування таких структурних особливостей ТП ТО, як обмеження на черговість виконання операцій і розміщення робочих зон об'єкта обслуговування. Важливим результатом досліджень є отримана модель формування параметричних рядів виробничих структур пунктів ТО різної продуктивності та залежності між параметрами і показниками ефективності ТП ТО монопредметної (для тракторів) та монотехнологічної (відповідно ТП ТО) спеціалізації.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

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

На підставі аналізу конструкції, а також антропометричних даних людини сформовано навколо тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0 вісім та десять робочих зон для розміщення виконавців під час планових технічних обслуговувань (рис. 4.1, 4.2).

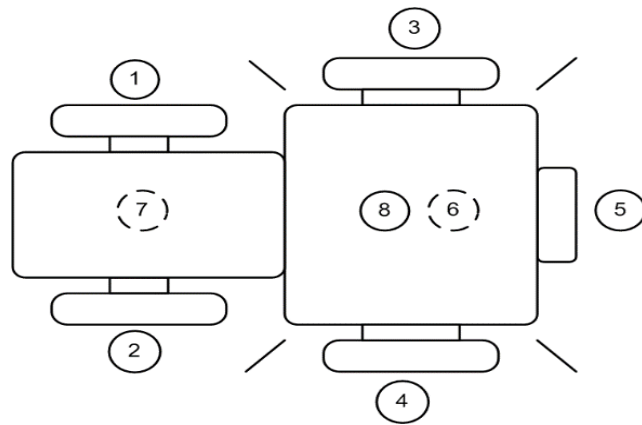


Рисунок 4.1 – Схема розміщення робочих зон для виконання операцій ТО тракторів ХТЗ класу 0,9

де ①, ②, ..., ⑧ – робочі зони.

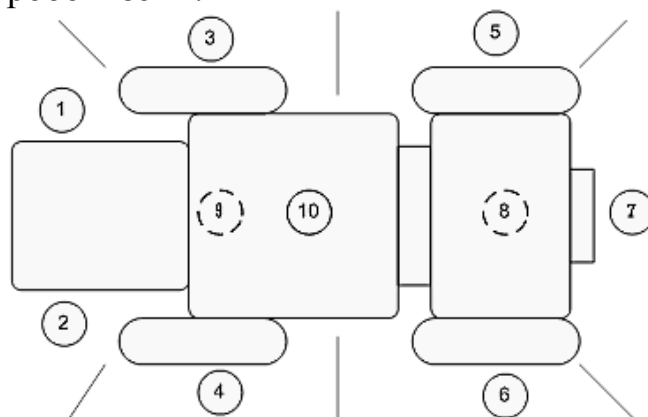


Рисунок 4.2 – Схема розміщення робочих зон для виконання операцій ТО тракторів ХТЗ класу 4,0

де ①, ②, ..., ⑩ – робочі зони.

Для забезпечення зручності виконання робітником операцій у зонах, під час їх формування враховують дані табл. 4.1. Суміжні зони не повинні накладатися. Для цього означають умовні межі зон. Побудова структурних моделей ТО і вивчення вимог технології їх проведення уможливили означення змісту технологічних операцій і визначення характеру міжопераційних зв'язків проведення ТО [2; 120].

Таблиця 4.1 – 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

Формування розкладу операцій між відомою кількістю виконавців здійснюють за алгоритмом структурного моделювання процесів ТО тракторів. Цей алгоритм дає змогу отримати такий розпис операцій між виконавцями, за якого тривалість технологічного циклу є мінімальною за одночасного досягнення максимально можливих значень коефіцієнтів використання фондів їх робочого часу. Такий розподіл здійснюється з дотриманням таких обмежень: по-перше, в одній робочій зоні одночасно може виконувати операції лише один виконавець, тому операції, які просторово розміщені в одній робочій зоні, у впорядкованій моделі можуть знаходитись лише послідовно, але не паралельно; по-друге, розподіл операцій між виконавцями здійснюють без порушення часових та міжопераційних зв'язків; по-третє, потрібно досягнути мінімуму

втрат робочого часу виконавців під час переміщень їх навколо агрегату в інші робочі зони [5; 118; 125].

Отже, впорядкування здійснюється розподілом усього масиву елементарних технологічних операцій між робітниками з урахуванням часових і орієнтувальних зв'язків а також визначених робочих зон.

Нами проводилося дослідження ТП ТО тракторів ХТЗ різних моделей. З метою уточнення та деталізації норм часу на операції ТО в умовах ПТО тракторів НКЦ ЛНАУ проведено хронометраж процесів ТО–2, ТО–3, ТО–3^{ПР} і ресурсного ТО–3^{КР} тракторів ХТЗ різних моделей подано у дод. Б.

За результатами аналізу технології робіт [126–131] та нормування операцій побудовано невпорядковані моделі процесів ТО та визначено основні параметри цих моделей.

Як бачимо (табл. 4.2), складніші види ТО як тракторів ХТЗ–150К–09, так і тракторів ХТЗ–3522 вимагають виконання щораз більшої кількості операцій $N_{ТО}$, більшої сумарної тривалості Σt , застосування щораз більшої кількості типів різного обладнання R . Водночас для складніших видів ТО зростає й кількість робочих зон, що уможливорює одночасне використання в ТП більшої кількості робітників, однак збільшується мінімально можлива теоретична тривалість $T_{П\min}$ процесів ТО. Як наслідок, ТП складніших видів ТО є менш технологічними $K_{тех}$.

Таблиця 4.2 – Параметри технологічної складової функціональної структури процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ

№ з/п	Модель трактора	Вид ТО	К-сть операцій $N_{ТО}$	Сумарна тривалість операцій, год	$T_{П\min}$, год.	Кількість робочих зон k	Кількість типів обладнання R	Коефіцієнт технологічності $K_{тех}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		ТО-2	126	11,28	3,07	11	14	0,0292

Кінець таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ХТЗ-150К-09	ТО-3	172	25,94	5,22	13	21	0,0289
		ТО-3 ^{ПП}	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 ^{ПП}	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 ^{ПП}	218	40,57	7,46	12	23	0,0249
		ТО-3 ^{КР}	230	43,98	8,76	12	27	0,0218

Загальну оцінку технічного рівня якості обладнання, що характеризується одним числовим показником, отримують з допомогою комплексного методу, який ґрунтується на застосуванні узагальнених показників. Такі показники є функціями від одиничних і дають змогу враховувати взаємозв'язок властивостей продукції. Комплексний метод передбачає послідовний аналіз простих і складних властивостей продукції та оцінювання ваги впливу кожної з них на загальний технічний рівень якості. Для цього визначають види залежності між показниками простих властивостей і їхніми оцінками та спосіб визначення вагомості (значущості) окремих властивостей, що формують якість. Потім приймають рішення про порядок поєднання кількісних оцінок усіх властивостей, що аналізуються.

Кількість параметрів у диференціальному методі є обмежена, що полегшує процес оцінювання рівня якості виробів. За таким принципом формуються карти технічного рівня оцінюваної продукції.

Приклад найвагоміших параметрів різних стаціонарних стендів для випробування і регулювання паливних насосів високого тиску (ПНВТ) дизельних двигунів наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – 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 мережі 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	1750x800 x1930	1760x800 x1950	2600x980 x1550	2600x980 x1550	1400x540 x1740	1400x540 x1740	1700x700 x1800	1700x700 x1800	1780x800 x1950	1780x800 x1950
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

Кваліфікаційну оцінку проводили за шістнадцятьма показниками трьох груп: призначення (кількість одночасно випробуваних секцій високого тиску, частота обертання привідного вала, відлік числа обертів, кут розвороту автоматичної муфти випередження вприску, кут початку нагнітання і вприску, живлення від мережі змінного струму, місткість паливного бака, габаритні розміри, маса); економічне використання палива, енергії та матеріалів (потужність приводу, питома площа, ціна); надійність (гарантійний термін від початку експлуатації, середній час усунення відмови, термін експлуатації).

Для оцінки певного показника використовували спеціальну таблицю безрозмірних коефіцієнтів (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Таблиця безрозмірних коефіцієнтів оцінювання рівня якості виробів

Градація значень 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

Для певного параметра групи якості показників вибирали максимальне значення і присвоювали йому максимальний коефіцієнт значення відносної оцінки 1. Кількісне значення узагальненого показника якості, тобто рівень якості $K_{\text{ТР}}$, можна розрахувати як визначення середнього арифметичного значення всіх груп. Для випробування і регулювання ПНВТ потрібно рекомендувати такий стенд, значення узагальненого коефіцієнта технічного рівня якого є найвищим.

Параметри обладнання та кваліфікаційні оцінки їх технічного рівня для проведення ТП ТО подано у дод. Г.

Кваліфікаційна оцінка технічного рівня десятих стендів для випробування і регулювання ПНВТ дизельних двигунів наведена в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – 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-12-02-15АТ	ТА-500	ТА-501
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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, м ²	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

4.2 Аналіз динаміки насичення регіону тракторами ХТЗ

Дослідження кількісного складу МТП АПК дає вихідну інформацію для оптимізації структури сервісних підприємств. Для ефективного функціонування таких підприємств необхідно провести аналіз усіх можливих варіантів діяльності, техніко-технологічну, організаційну і екологічну доцільність. Насамперед підлягав аналізу ринок послуг, який залежить від насиченості і динаміки змін МТП АПК, а також його завантаженості впродовж року.

Площа ріллі в Україні протягом 20 років залишалася стабільною, зменшення становило не більше 3,5%, що збігається з тенденцією провідних країн Європи і Америки. Це дозволяє зробити висновок, що обсяг механізованих робіт у перспективі зменшуватись не буде. Дослідження кількісного складу тракторів (рис. 4.3–4.4) [107–110] засвідчує, що за останні 20 років існувала стабільна тенденція його зменшення на 30–40 % за кожні п'ять років. Зараз спостерігається стабілізація парку сільськогосподарської техніки. Водночас середня потужність двигуна збільшувалась на 3–6 % за п'ять років, а в останні п'ять років – майже на 18 %. Це свідчить про те, що значного зростання парку тракторів не відбувається, а буде збільшуватися поповнення парку більш потужними тракторами з вищою продуктивністю, на яких спеціалізується ХТЗ.



Рисунок 4.3 – Наявний парк тракторів усіх марок в Україні 2016–2020 роках

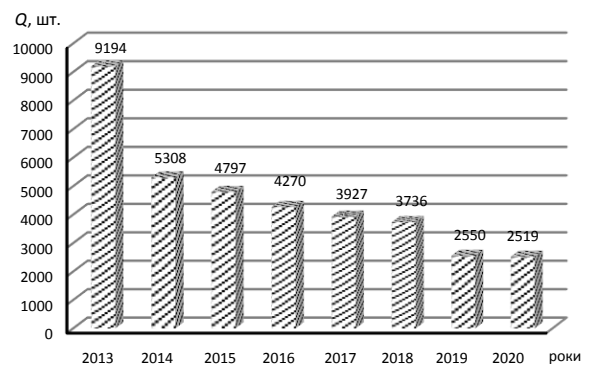


Рисунок 4.4 – Наявний парк тракторів усіх марок у Львівській області у 2013 – 2020 роках

Таким чином, при обґрунтуванні параметрів сервісних підприємств допустимо орієнтуватись на кількісний склад парку машин на кінець 2020 р. з урахуванням збільшення їх середньої потужності. Водночас необхідно враховувати наявність тракторів і середнє навантаження в конкретному регіоні і сусідніх областях так, як це може впливати на завантаженість сервісного підприємства. Дослідження показали, що в областях спостерігається значна неоднорідність кількості і завантаженості тракторів. Тому цей показник буде мати суттєве значення під час обґрунтування мережі підприємств технічного сервісу.

Аналіз показав, що в 2013 році надійшло в експлуатацію 10 тис. одиниць тракторів, у тому числі куплено близько 6 тис. нової техніки. Водночас вибуло 10,5 тис. тракторів, а списано 3,5 тис., або 2,4 % від загальної кількості наявних тракторів. Якщо аналізувати співвідношення купівлі і списання, то видно, що тракторів до 60 кВт списується на 20 % більше, ніж купується, а понад 60 кВт - купують господарства у 2-3 рази більше, ніж списують; гусеничних тракторів у 4 рази більше, ніж купують, а колісних у 2 рази менше, ніж у минулі роки. Аналіз показує, що закупівля ведеться в основному тракторів великої потужності та продуктивності класу 4,0.

Параметри ПТО для сервісного обслуговування тракторів марки ХТЗ було обґрунтовано для умов Львівської області. Розподіл наявної кількості тракторів ХТЗ у районах Львівської області наведено в табл. 4.6 (рис. 4.5).

Таблиця 4.6 – 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

Кінець таблиці 4.6

1	2	3	4
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

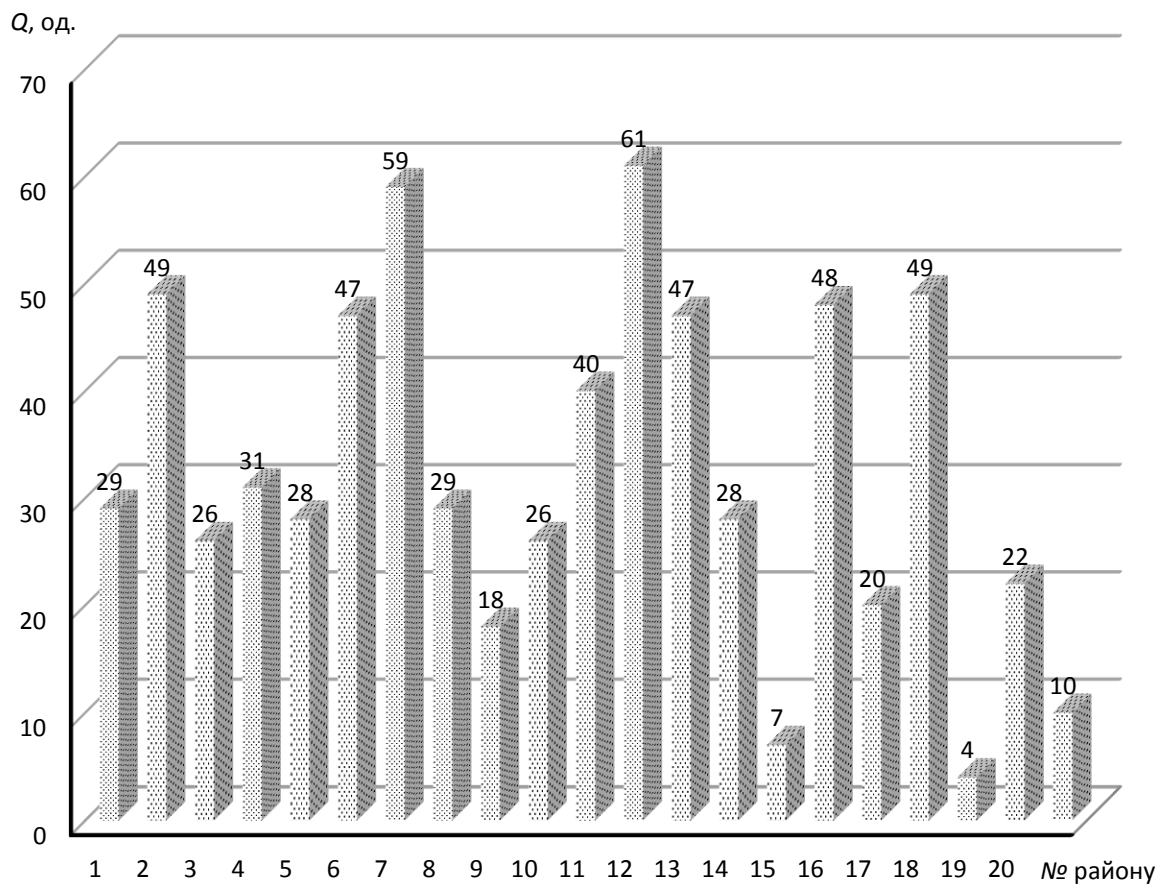


Рисунок 4.5 – Розподіл наявної кількості всіх моделей тракторів ХТЗ у районах Львівської області станом на 2020 рік

4.3 Аналіз залежностей параметрів та показників ефективності технологічних процесів технічного обслуговування

На підставі упорядкованих моделей для кожного ТО встановлено сумарну тривалість усіх операцій ТП Σt , а також важливий динамічний показник ремонту-придатності – мінімально можливу тривалість ТП $t_{ТПmin}$ (див. табл. 4.2).

Моделювання ТП ТО полягало у формуванні для заданої кількості постів (фронту f) ПТО, заданої кількості робітників u та заданої кількості основного РТО усіх R_{max} потрібних типів K_r взаємозумовлених розкладів виконання операцій S_f , S_u та відповідно S_r . Для кожного ТО розклади S_f , S_u і S_r формували шляхом розподілу всього масиву операцій між робітниками та обладнанням постів ПТО з урахуванням обмежень на можливу послідовність їх виконання, що задана невпорядкованими моделями ТП відповідних ТО, з використанням автоматизованої системи проектування. На підставі сформованих розкладів виконання операцій для заданих f , u і K_r визначали тривалості процесу $T_{ТП}$ різних ТО тракторів ХТЗ дод. Д [38-41; 43; 44].

Результати визначення впливу збільшення кількості постів при ТО–2 тракторів ХТЗ–150К–09 (фронту технічного обслуговування f) на зміну тривалостей технологічного процесу $T_{ТП}$ і технологічного циклу $T_{Ц}$ подано на (рис. 4.6, а, б).

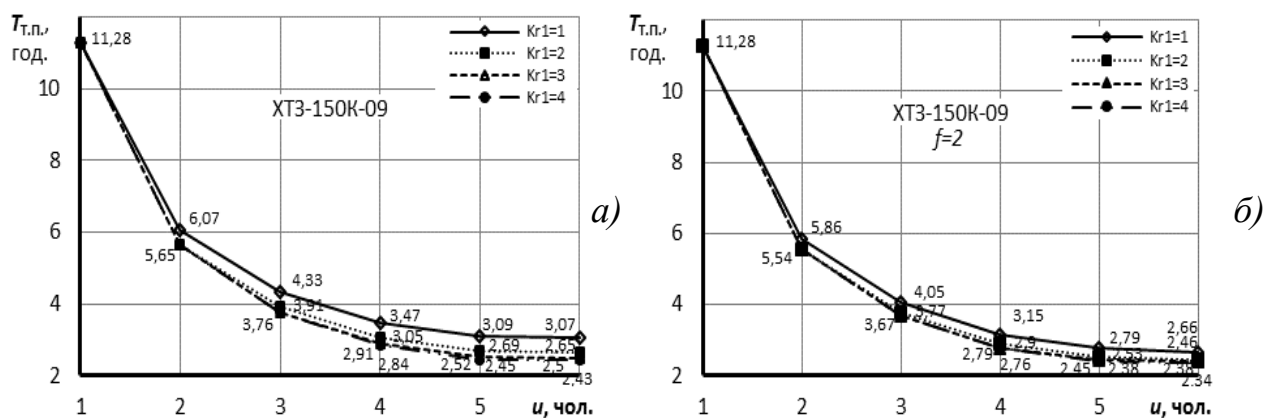


Рисунок 4.6 – Залежності тривалості ТП ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 від кількості працівників u при різній кількості обладнання K_{r1} (струменевих мийок) для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

Як бачимо, збільшення кількості робітників u зменшує $T_{ТП}$ і $T_{Ц}$ ТО–2 тракторів ХТЗ–150К–09. Однак залучення щораз більшої кількості робітників усе менше скорочує тривалості $T_{ТП}$ і $T_{Ц}$, аж до повної стабілізації їхніх значень на рівні мінімально можливих [42].

Збільшення кількості постів f ПТО не впливає на значення $T_{ТП}$ ТО–2 тракторів ХТЗ–150К–09, однак, за дотримання умови $u \geq f$, дещо зменшує тривалість технологічного циклу $T_{Ц}$, що рівнозначно збільшенню продуктивності ПТО. Зазначимо, що якщо $f=1$ од., то $T_{ТП} = T_{Ц}$.

Максимальна кількість залучених робітників для проведення ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 при $f=1$ і $f=2$ становитиме $u=6$ осіб.

Збільшення кількості РТО K_{r1} уможливорює певне скорочення тривалості ТП ТО – 2, зокрема при $K_{r1}=2$ од. для фронту $f=1$ і $f=2$ буде відповідно рівний $T_{ТПmin}=2,65$ год та $T_{ТПmin}=2,46$ год; $K_{r1}=3$ од. – $T_{ТПmin}=2,5$ год та $T_{ТПmin}=2,38$ год і $K_{r1}=4$ од. – $T_{ТПmin}=2,43$ год та $T_{ТПmin}=2,34$ год (рис. 4.7, а, б).

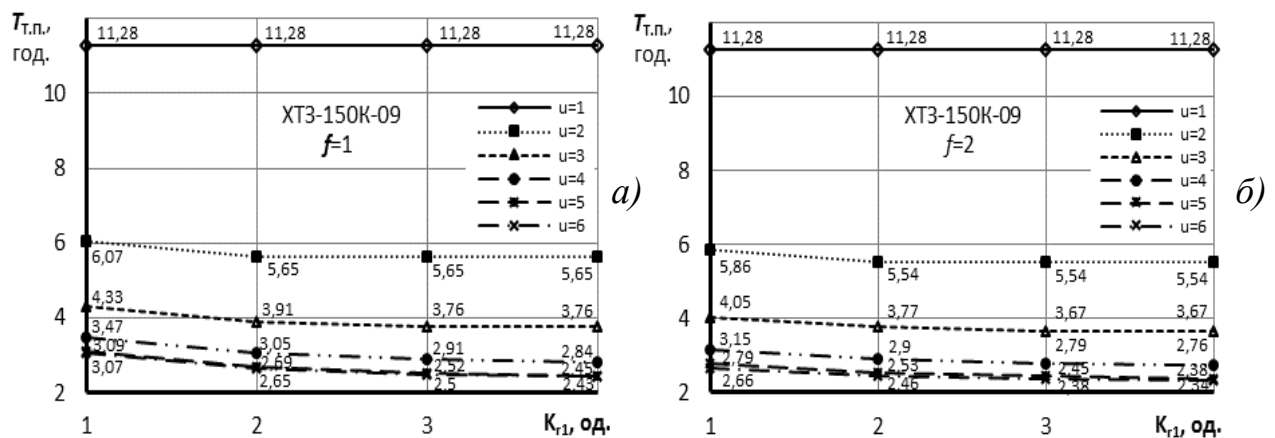


Рисунок 4.7 – Залежності тривалості ТП ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 від кількості обладнання K_{r1} (струменевих мийок) при різній кількості працівників u для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

Збільшення кількості РТО K_{r1} та робітників u зменшує значення коефіцієнтів використання фондів їхнього робочого часу η_u незалежно від кількості постів f ПТО. Водночас для заданої кількості робітників u збільшення кількості постів f призводить до збільшення значень η_u (рис. 4.8, а, б; 4.9, а, б).

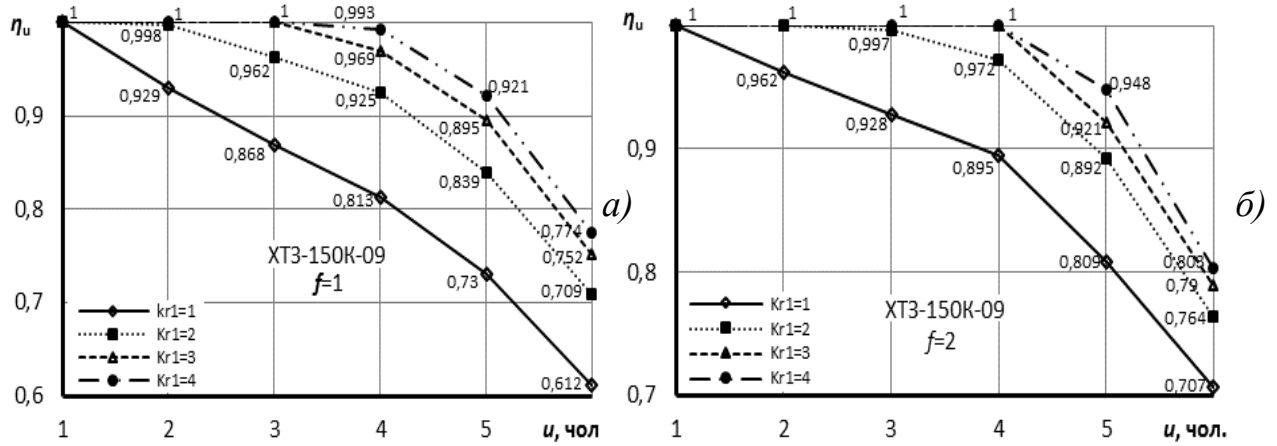


Рисунок 4.8 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників η_u від їхньої кількості u для ТП ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 при різній кількості обладнання K_{r1} (струменевих мийок) для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

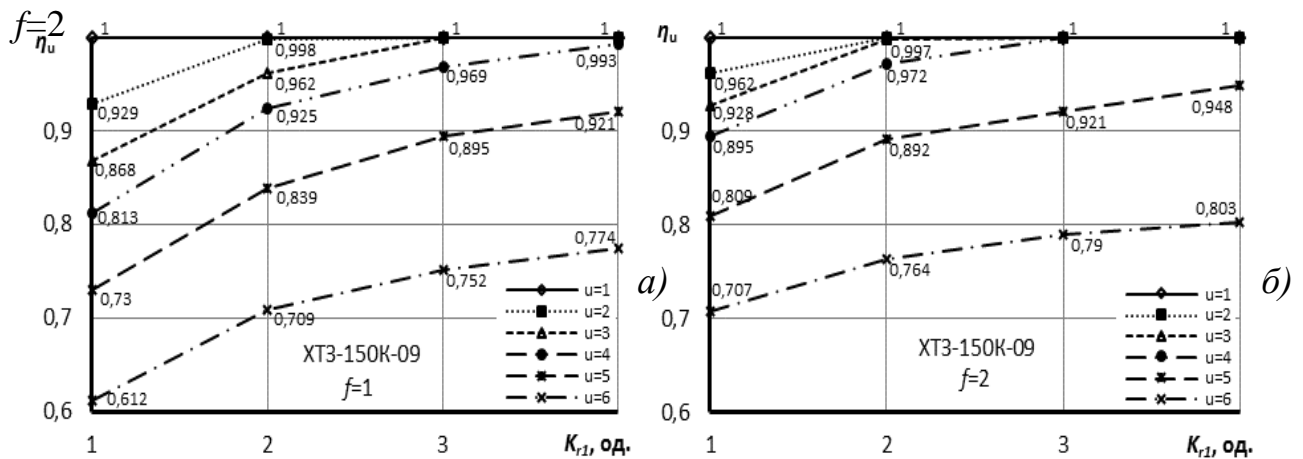


Рисунок 4.9 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників η_u від кількості обладнання K_{r1} (струменевих мийок) для ТП ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 при різній кількості працівників u для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

Збільшення кількості K_r основного РТО будь-якого типу для сталої кількості робітників ($u = const$) і дотримання нерівності $u \geq K_r$ зменшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу РТО цього типу η_r незалежно від кількості постів f ПТО. Водночас для $u = const$ і $K_r = const$ за умов $u \geq K_r$ і $u \geq f$ збільшення кількості постів f збільшує значення η_r (рис. 4.10, а, б).

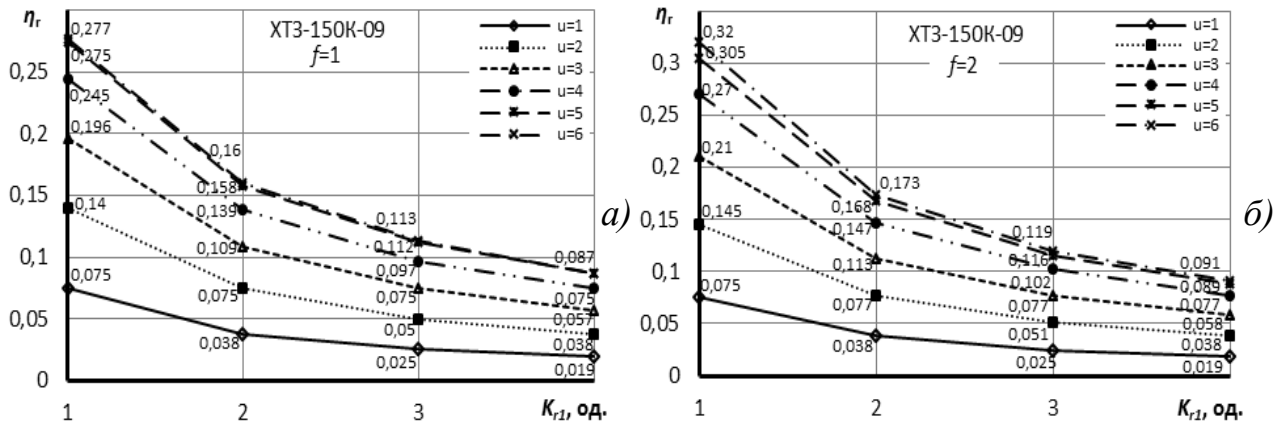


Рисунок 4.10 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу обладнання η_r від їхньої кількості K_{r1} (струменевих мийок) для ТП ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 при різній кількості працівників u для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

Зростання кількості робітників u збільшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу η_r основного РТО усіх типів, а збільшення кількості постів f ПТО підсилює цей вплив (рис. 4.11, а, б).

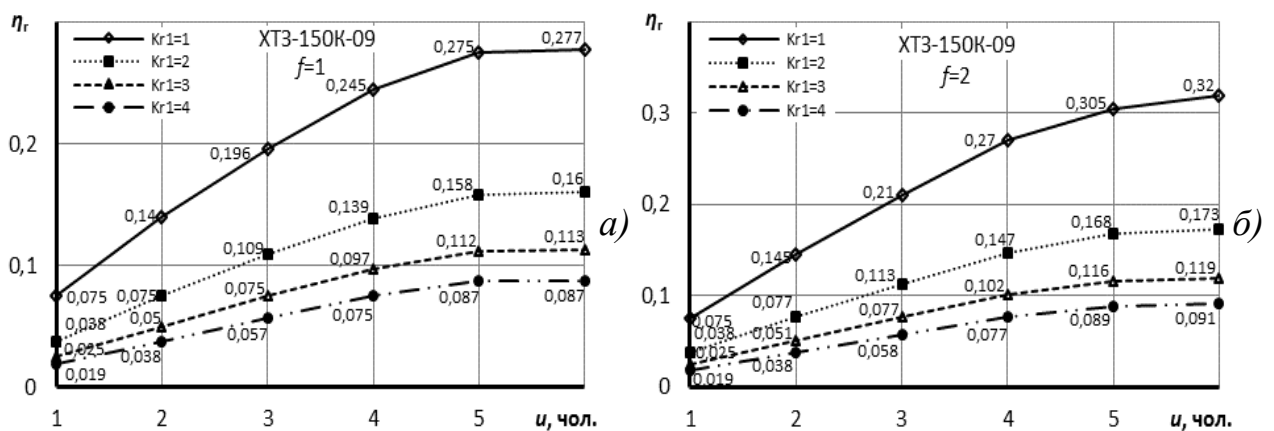


Рисунок 4.11 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу обладнання η_r від кількості працівників u для ТП ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09 при різній кількості обладнання K_{r1} (струменевих мийок) для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

Порівняння залежностей тривалостей ТП $T_{ТП}$ однакових видів ТО–3^{КР} тракторів ХТЗ різних класів 4,0 і 0,9 дало змогу виявити, що залучена кількість робітників до ТП ТО u_{max} залежатиме від кількості робочих зон та операцій. Із збільшенням постів f кількість залучених працівників u зростатиме

непропорційно (рис. 4.12, *a*, *б*). Максимальна тривалість ТП ТО тракторів класу 4,0 увічі більша від тракторів класу 0,9, а мінімальна різниця тривалостей з урахуванням залучення різної кількості працівників становитиме лише 40 %.

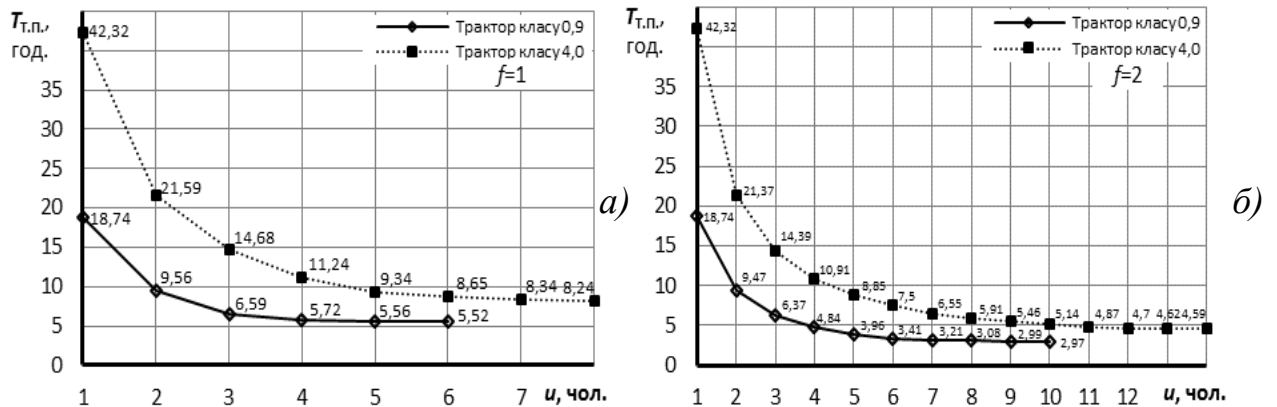


Рисунок 4.12 – Залежності тривалості ТП $T_{П}$ ТО–3^{КР} різних класів тракторів 4,0 і 0,9 від кількості працівників u для фронту ТО (*a*) $f=1$ (*б*) $f=2$

Збільшення кількості РТО K_{r1} (струменевих мийок) суттєвого впливу на зменшення тривалості $T_{П}$ не становитиме (рис. 4.13, *a*, *б*).

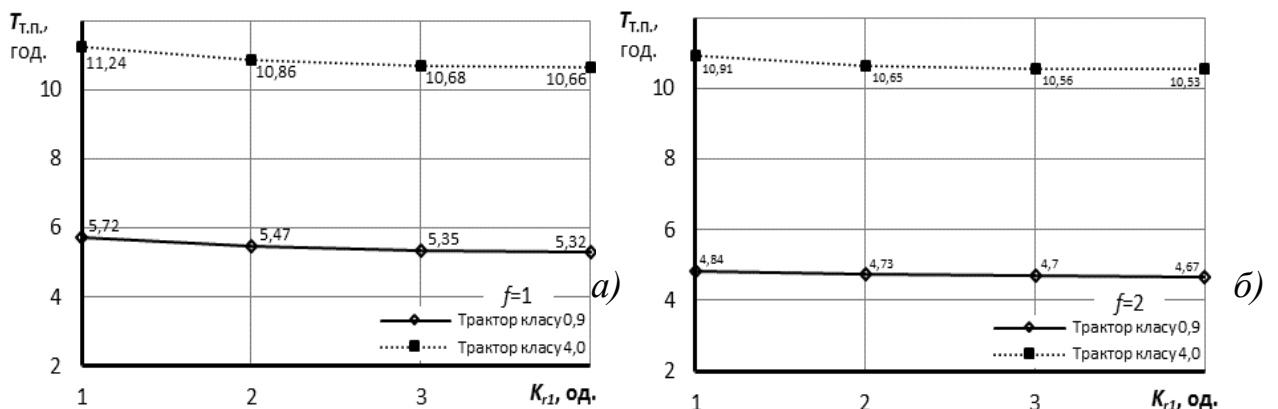


Рисунок 4.13 – Залежності тривалості ТП $T_{П}$ ТО–3^{КР} різних класів тракторів 4,0 і 0,9 від кількості обладнання K_{r1} (струменевих мийок) для фронту ТО (*a*) $f=1$ (*б*) $f=2$

Збільшення кількості робітників u зменшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу робітників η_u для всіх моделей тракторів ХТЗ, але у класу 4,0 він буде дещо вищим порівняно з класом 0,9 (рис. 4.14, *a*, *б*).

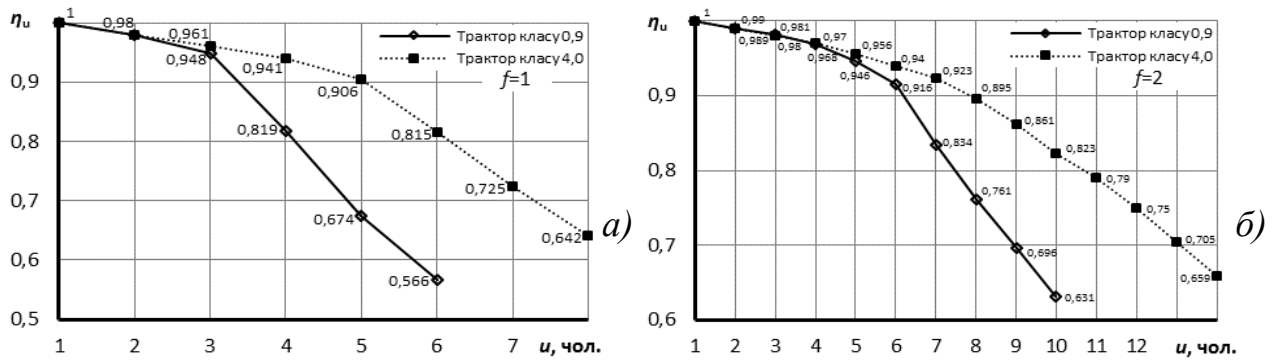


Рисунок 4.14 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників η_u ТП ТО–3^{КР} від їх кількості u різних класів тракторів 4,0 і 0,9 для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

Для сталої кількості основного РТО всіх типів ($K_r=1$ од.) збільшення кількості робітників u збільшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу η_r РТО всіх типів, а збільшення кількості постів f ПТО підсилює цей вплив (рис. 4.15, а, б).

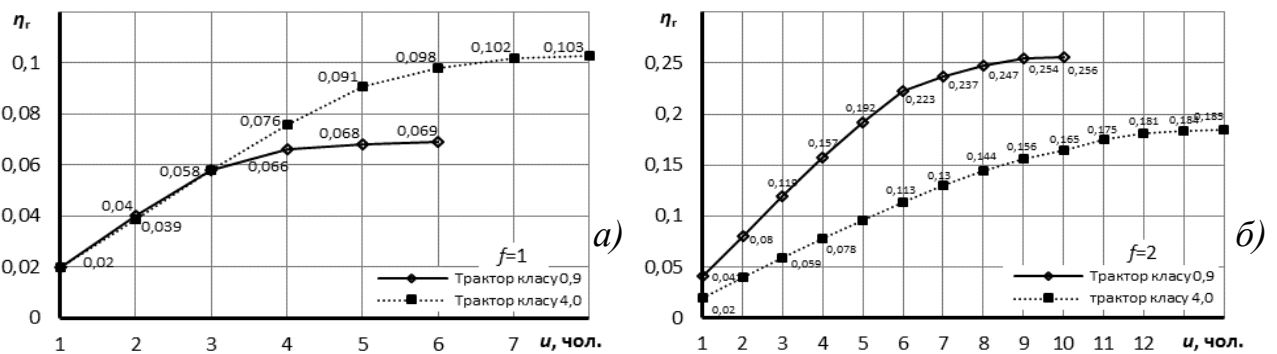


Рисунок 4.15 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу обладнання η_r ТП ТО–3^{КР} від кількості працівників u різних класів тракторів 4,0 і 0,9 для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

За результатами моделювання встановлено, що найбільший вплив на скорочення тривалості ТП всіх ТО трактора ХТЗ–150К–09 має зростання кількості робітників u (рис. 4.16, а, б). Зменшення тривалості ТП ТО не є пропорційним до зростання чисельності робітників u – застосування все більшої кількості виконавців все менше скорочує тривалість $T_{ТП}$, повільно наближаючись до мінімально можливого значення $t_{ТПmin}$. Суттєвіше скорочення тривалості $T_{ТП}$ отримано для ТП ТО–3^{ПР} ТО–3^{КР}, які характеризуються більшою кількістю і сумарною тривалістю операцій за однакової кількості робочих зон.

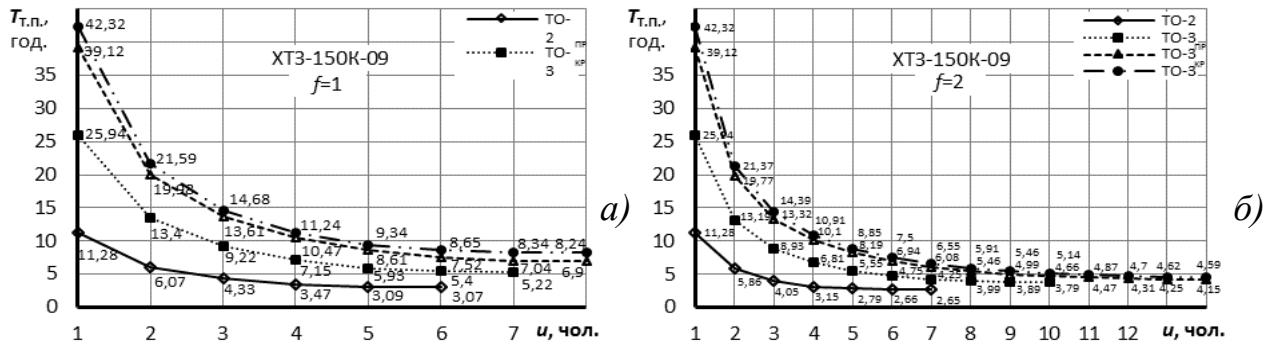


Рисунок 4.16 – Залежності тривалості ТП $T_{Т.П.}$ різних ТО трактора ХТЗ–150К–09 від кількості працівників u для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

Кількість максимально залучених працівників до ТО тракторів ХТЗ–150К–09 при збільшенні кількості постів ПТО (фронту f ТО) зростає непропорційно, але не впливає на значення $T_{Т.П.}$, однак за дотримання умови $u \geq f$ дещо зменшує тривалість технологічного циклу $T_{Ц}$ (рис. 4,16, б), що рівнозначно збільшенню продуктивності ПТО. Використання для будь-якого ТО трактора ХТЗ–150К–09 при $f=1$ більше шести та $f=2$ десяти робітників не має змісту, оскільки не матиме суттєвого впливу на скорочення значення $T_{Т.П.}$ [7].

Збільшення ж кількості основного РТО, що використовується, також уможливорює певне скорочення тривалості ТП усіх ТО трактора ХТЗ–150К–09, однак за дотримання для всіх типів основного РТО очевидної умови $u \geq K_r$. Зростання основного РТО K_r , що використовується на двох постах ПТО, також супроводжується незначним скороченням тривалості технологічного циклу (рис. 4.17, а, б), тобто зростанням продуктивності ПТО.

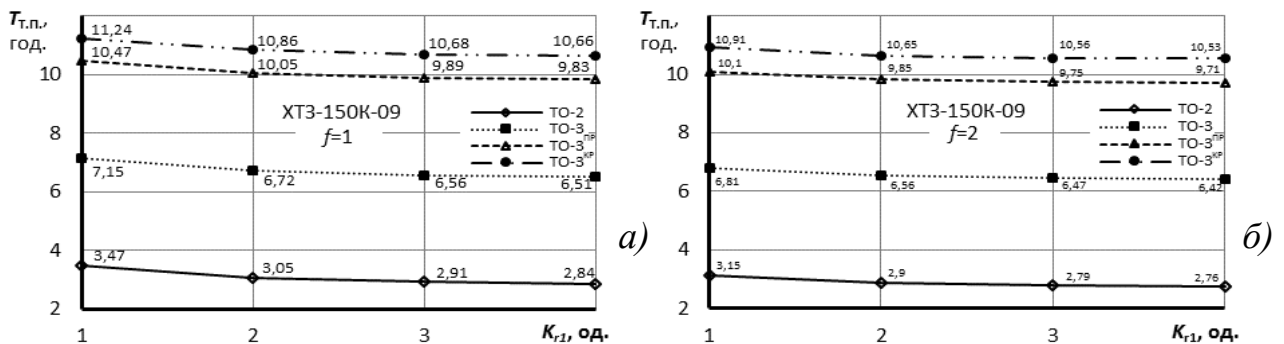


Рисунок 4.17 – Залежності тривалості ТП $T_{Т.П.}$ різних ТО трактора ХТЗ–150К–09 від кількості обладнання K_{rl} (струменевих мийок) для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

Водночас варто зазначити, що якщо збільшення кількості робітників уможливило скорочення тривалості ТП ТО в 3,6...4,8 раза, то збільшення кількості основного РТО – лише на 5...15 %.

Для сталої кількості основного РТО всіх типів ($K_r=1$ од.) збільшення кількості робітників u зменшує значення коефіцієнтів використання фондів їх робочого часу η_u (рис. 4.18, а, б) та збільшує значення коефіцієнтів використання фондів робочого часу η_r РТО всіх типів, а збільшення кількості постів f ПТО підсилює цей вплив (рис. 4.19, а, б).

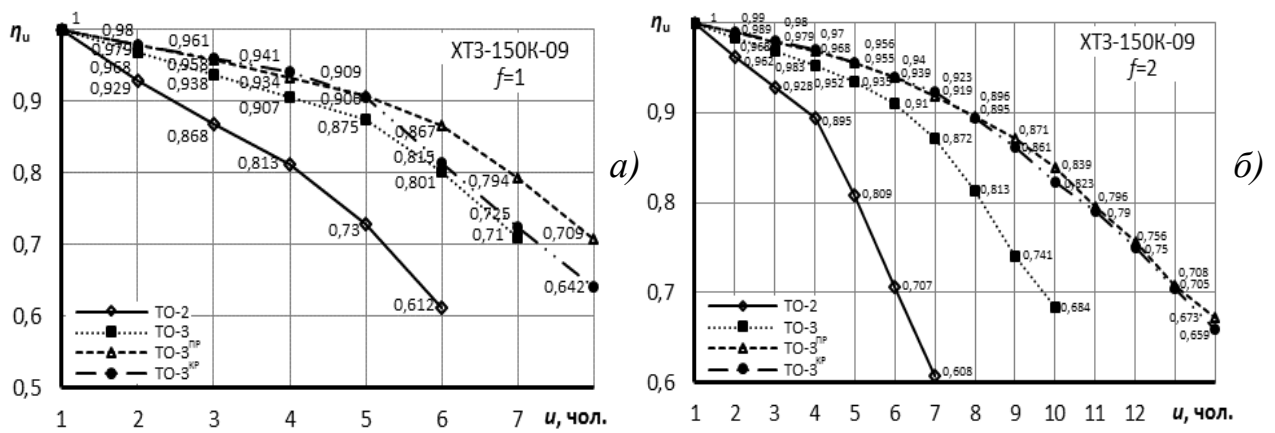


Рисунок 4.18 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу працівників η_u різних видів ТО трактора ХТЗ–150К–09 від їх кількості u для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

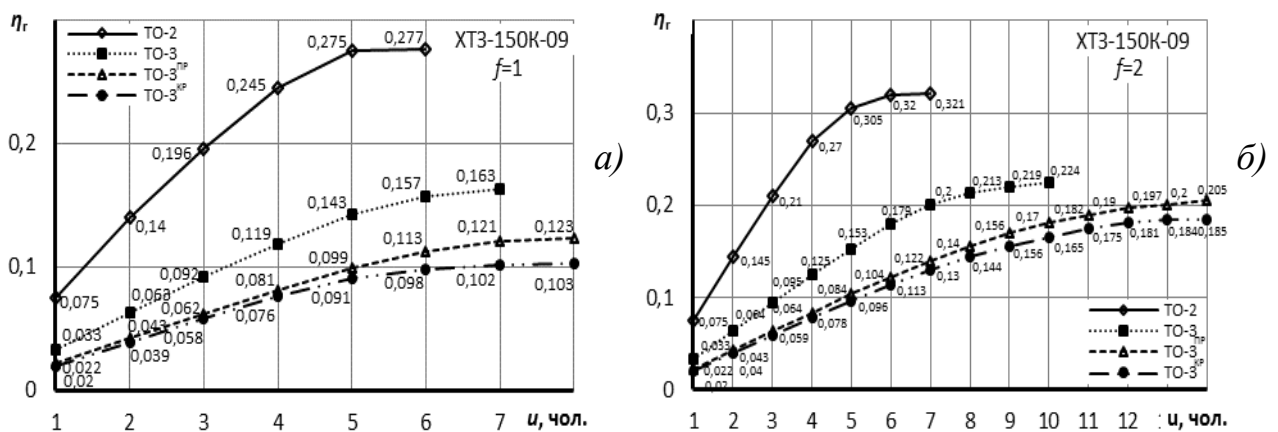


Рисунок 4.19 – Залежності коефіцієнтів використання фондів робочого часу обладнання η_r різних видів ТО трактора ХТЗ–150К–09 від кількості працівників u для фронту ТО (а) $f=1$ (б) $f=2$

4.4 Обґрунтування параметричних рядів виробничих структур пунктів технічного обслуговування

Результати обґрунтування раціональних відмін ТП показують, що в діапазоні певних значень продуктивності виробнича структура ПТО, яка визначається кількістю основного РТО K_r і кількістю постів f , залишається незмінною, а змінюється лише кількість робітників u .

Таким чином отримано ряд виробничих структур ПТО різних моделей тракторів ХТЗ з різною виробничою структурою, впорядкований у зростаючому порядку за значенням річної продуктивності Q_p (за значенням головного параметра) – параметричний ряд (табл. 4.7–4.9) та дод. Г.

Для кожної виробничої структури ПТО з параметричного ряду встановлено раціональні значення продуктивності Q_{prat} , що забезпечують мінімальну собівартість ТО (тобто $C_{ТО} \rightarrow \min$). Для сформованого параметричного ряду раціональні продуктивності усіх ПТО збігаються з максимальними ($Q_{p\ rat} = Q_{p\ max}$).

Треба зазначити, що значення головного параметра ПТО $Q_{p\ max}$ не утворюють жодних прогресій – ні арифметичних, ні геометричних.

Аналіз параметричних рядів також дав змогу виявити цікаву закономірність, особливо цінну для оперативного управління ТП ТО. Оскільки реальний вхідний потік замовлень на ТО є стохастичним і впродовж експлуатації ПТО по роках, і протягом певних періодів року, має яскраво виражений сезонний характер, то з метою запобігання значному падінню ефективності ТП, у разі зменшення попиту на ТО, доцільно зменшувати кількість зайнятих робітників.

Таблиця 4.7 – Параметричний ряд виробничих структур ПТО тракторів ХТЗ–150К–09 (кл. 4,0) монопредметної політехнологічної спеціалізації

№ п/п	N, трактор	Продуктивність за різними ТО				Кількість РТО, шт.					f, од.	U, осіб	З _{пто} , грн	Сумарні затрати безпосередньо на різні ТО, З _{то} грн				ΣЗ, грн
		ТО-2	ТО-3	ТО-3 ^{ПР}	ТО-3 ^{КР}	K _{р1}	...	K _{р6}	K _{р7}	...				З _{то-2}	З _{то-3}	З _{то-зпР}	З _{то-зкР}	
1	32	47	23	18	6							1	261485	648485	502104	516992	172505	2101571
1	58	90	45	34	11	1	...	1	1	...	1	2	309485	1241780	982377	976540	316259	3826441
	85	130	65	49	16							3	357485	1793682	1418990	1407367	460013	5437537
	112	167	84	63	21							4	405485	2304191	1833771	1809472	603767	6956686
	133	198	99	74	25							5	453485	2731915	2161230	2125411	718770	8190811
	144	214	107	80	27							6	501485	2952676	2335875	2297742	776272	8864050
	149	221	111	83	28							7	549485	3049259	2423198	2383907	805022	9210871
2	32	47	23	18	6	4	...	2	2	...	1	1	270178	648485	502104	516992	172505	2110264
	64	94	47	35	12							2	318178	1296970	1026039	1005262	345010	3991459
	96	140	70	53	18							3	366178	1931657	1528143	1522254	517514	5865746
	122	187	93	70	23							4	414178	2580142	2030247	2010524	661268	7696359
	154	230	115	86	29							5	462178	3173437	2510520	2470072	833773	9449980
	176	260	130	98	33							6	510178	3587363	2837979	2814733	948776	10699029
	181	269	134	101	34							7	558178	3711541	2925302	2900899	977527	11073447
3	32	47	23	18	6	4	...	2	2	...	2	1	306959	648485	502104	516992	172505	2147045
	64	94	47	35	12							2	354959	1296970	1026039	1005262	345010	4028240
	96	142	71	53	18							3	402959	1959252	1549973	1522254	517514	5951952
	128	190	95	71	24							4	450959	2621535	2073908	2039246	690019	7875667
	154	235	118	88	29							5	498959	3242424	2576012	2527516	833773	9678684
	186	280	140	105	35							6	546959	3863314	3056285	3015786	1006278	11488622
	213	323	161	121	40							7	594959	4456609	3514728	3475334	1150032	13191662
	245	364	182	137	46							8	642959	5022308	3973171	3934882	1322537	14895857
	266	397	198	149	50							9	690959	5477627	4322461	4279544	1437540	16208131
	282	424	212	159	53							10	738959	5850161	4628089	4566761	1523792	17307762
	298	445	223	167	56							11	786959	6139910	4868226	4796536	1610045	18201676
	304	454	227	170	57							12	834959	6264088	4955548	4882701	1638796	18576092
	309	461	231	173	58							13	882959	6360671	5042871	4968866	1667546	18922913
	314	468	234	176	59							14	930959	6457253	5108363	5055032	1696297	19247904
4	32	47	23	18	6	4	...	2	2	...	3	1	345871	648485	502104	516992	172505	2185957
	64	96	48	36	12							2	393871	1324565	1047869	1033984	345010	4145299
	96	144	72	54	18							3	441871	1986847	1571804	1550976	517514	6069012
	128	191	95	71	24							4	489871	2635332	2073908	2039246	690019	7928376

Кінець таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19							
4	160	237	119	89	30	4	...	2	2	...	3	5	537871	3270019	2597843	2556238	862524	9824495							
	181	273	137	102	34							6	585871	3766731	2990794	2929621	977527	11250544							
	218	328	164	123	41							7	633871	4525596	3580220	3532778	1178783	13451248							
	245	370	185	139	46							8	681871	5105094	4038663	3992326	1322537	15140491							
	272	405	202	152	51							9	729871	5588008	4409783	4365709	1466291	16559662							
	293	436	218	164	55							10	777871	6015732	4759073	4710370	1581294	17844340							
	309	463	232	174	58							11	825871	6388266	5064702	4997588	1667546	18943973							
	325	490	245	184	61							12	873871	6760800	5348499	5284806	1753799	20021775							
	336	505	253	190	63							13	921871	6967763	5523144	5457136	1811300	20681214							
	346	520	260	195	65							14	969871	7174726	5675959	5600745	1868802	21290103							
	357	534	267	200	67							15	1017871	7367892	5828773	5744354	1926304	21885194							
	362	544	272	204	68							16	1065871	7505867	5937926	5859241	1955054	22323959							
	368	551	275	207	69							17	1113871	7602450	6003418	5945406	1983805	22648950							
	373	556	278	209	70							18	1161871	7671438	6068910	6002850	2012556	22917625							
	373	563	281	211	70							19	1209871	7768021	6134401	6060293	2012556	23185142							
	384	573	286	215	72							20	1257871	7905996	6243554	6175181	2070058	23652660							
	5	32	47	23	18							6	4	...	2	2	...	4	1	359370	648485	502104	516992	172505	2199456
		64	96	48	36							12							2	407370	1324565	1047869	1033984	345010	4158798
		96	144	72	54							18							3	455370	1986847	1571804	1550976	517514	6082511
		128	191	96	72							24							4	503370	2635332	2095739	2067967	690019	7992427
160		238	119	89	30	5	551370	3283817	2597843	2556238	862524	9851792													
192		284	142	107	36	6	599370	3918504	3099947	3073229	1035029	11726079													
218		330	165	124	41	7	647370	4553192	3602051	3561499	1178783	13542895													
250		372	186	140	47	8	695370	5132689	4060493	4021048	1351288	15260888													
272		409	205	154	51	9	743370	5643198	4475275	4423153	1466291	16751287													
293		443	222	166	55	10	791370	6112315	4846395	4767814	1581294	18099188													
314		473	237	177	59	11	839370	6526241	5173855	5083753	1696297	19319516													
330		496	248	186	62	12	887370	6843585	5413991	5342249	1782550	20269745													
346		517	258	194	65	13	935370	7133333	5632297	5572023	1868802	21141825													
357		534	267	200	67	14	983370	7367892	5828773	5744354	1926304	21850693													
368		549	275	206	69	15	1031370	7574855	6003418	5916685	1983805	22510133													
373		559	280	210	70	16	1079370	7712830	6112571	6031572	2012556	22948899													
378		570	285	214	71	17	1127370	7864604	6221724	6146459	2041307	23401464													
384		577	288	216	72	18	1175370	7961186	6287216	6203902	2070058	23697732													
389		581	291	218	73	19	1223370	8016377	6352708	6261346	2098808	23952609													
394		589	295	221	74	20	1271370	8126757	6440030	6347511	2127559	24313227													
400		598	299	224	75	23	1415370	8250935	6527352	6433676	2156310	24783643													

Таблиця 4.8 – Параметричний ряд виробничих структур ПТО тракторів ХТЗ–3522 (кл. 0,9) монопредметної політехнологічної спеціалізації

№ п/п	N, тракторів	Продуктивність за різними ТО				Кількість РТО, шт.					f, од.	U, осіб	З _{пто} , грн	Сумарні затрати безпосередньо на різні ТО, З _{то} грн				ΣЗ, грн
		ТО-2	ТО-3	ТО-3 ^{ПП}	ТО-3 ^{КР}	К _{т1}	...	К _{т6}	К _{т7}	...				З _{то-2}	З _{то-3}	З _{то-3PP}	З _{то-3KP}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	138	105	53	40	13	1	...	1	1	...	1	1	251239	654377	421836	344378	112300	1784130
	266	203	101	76	25							2	299239	1265128	803876	654319	215962	3238524
	384	287	143	107	36							3	347239	1788630	1138161	921212	310986	4506228
	437	325	163	122	41							4	395239	2025452	1297345	1050354	354178	5122568
	437	332	166	124	41							5	443239	2069077	1321222	1067573	354178	5255289
	448	334	167	125	42							6	491239	2081541	1329181	1076183	362817	5340961
2	138	105	53	40	13	4	...	2	2	...	1	1	352432	654377	421836	344378	112300	1885323
	277	211	105	79	26							2	400432	1314986	835713	680147	224601	3455879
	416	308	154	116	39							3	448432	1919505	1225712	998697	336901	4929247
	490	365	182	137	46							4	496432	2274738	1448569	1179496	397371	5796606
	501	379	190	142	47							5	544432	2361989	1512242	1222543	406009	6047215
	512	381	191	143	48							6	592432	2374453	1520201	1231153	414648	6132887
3	138	105	53	40	13	4	...	2	2	...	2	1	274918	654377	421836	344378	112300	1807809
	288	213	107	80	27							2	322918	1327450	851631	688757	233239	3423995
	426	319	160	120	40							3	370918	1988059	1273467	1033135	345540	5011119
	576	429	215	161	54							4	418918	2673597	1711222	1386123	466478	6656338
	704	529	264	198	66							5	466918	3296813	2101221	1704673	570140	8139765
	810	609	305	228	76							6	514918	3795385	2427547	1962957	656525	9357332
	885	666	333	250	83							7	562918	4150619	2650404	2152365	716995	10233301
	949	710	355	266	89							8	610918	4424834	2825505	2290116	768826	10920199
4	138	105	53	40	13	4	...	2	2	...	3	1	561937	654377	421836	344378	112300	2094828
	288	216	108	81	27							2	609937	1346147	859590	697366	233239	3746279
	426	323	161	121	40							3	657937	2012988	1281426	1041745	345540	5339636
	576	428	214	161	54							4	705937	2667364	1703262	1386123	466478	6929164
	704	532	266	199	66							5	753937	3315509	2117139	1713283	570140	8470008
	832	627	313	235	78							6	801937	3907564	2491220	2023223	673802	9897746
	949	713	357	268	89							7	849937	4443530	2841424	2307335	768826	11211052
	1034	777	388	291	97							8	897937	4842388	3088158	2505353	837934	12171770
	1088	813	406	305	102							9	275687	5066746	3231423	2625885	881126	12080867
	1120	838	419	314	105							10	323687	5222550	3334892	2703370	907041	12491540
	1120	843	421	316	105							11	371687	5253711	3350811	2720589	907041	12603839
	1130	847	424	318	106							12	419687	5278640	3374688	2737808	915680	12726503

Кінець таблиці 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5	138	105	53	40	13	4	...	2	2	...	4	1	467687	654377	421836	344378	112300	2000578
	288	216	108	81	27							2	515687	1346147	859590	697366	233239	3652029
	426	324	162	121	40							3	563687	2019220	1289386	1041745	345540	5259578
	576	430	215	161	54							4	611687	2679829	1711222	1386123	466478	6855339
	714	536	268	201	67							5	659687	3340438	2133058	1730501	578779	8442463
	853	637	319	239	80							6	707687	3969886	2538975	2057661	691079	9965288
	970	724	362	272	91							7	755687	4512084	2881220	2341773	786103	11276867
	1066	798	399	299	100							8	803687	4973264	3175709	2574229	863849	12390738
	1141	853	427	320	107							9	851687	5316032	3398566	2755027	924318	13245630
	1194	895	448	336	112							10	899687	5577783	3565708	2892779	967511	13903468
	1237	932	466	349	116							11	274057	5808373	3708973	3004702	1002065	13798170
	1280	957	479	359	120							12	322057	5964177	3812442	3090796	1036619	14226091
	1312	986	493	370	123							13	370057	6144910	3923871	3185500	1062534	14686872
	1354	1016	508	381	127							14	921956,94	6331875	4043258	3280204	1097088	15674381,9

Таблиця 4.9 – Параметричний ряд виробничих структур ПТО тракторів ХТЗ в спільному потоці поліпредметної політехнологічної спеціалізації різних тягових класів

№ п/п	N, тракторів	Продуктивність за різними ТО				Кількість РТО, шт.					f, од.	U, осіб	Z _{пто} , грн	Сумарні затрати безпосередньо на різні ТО, Z _{то} грн				ΣZ, грн
		ТО-2	ТО-3	ТО-3 ^{ПР}	ТО-3 ^{КР}	K _{r1}	...	K _{r6}	K _{r7}	...				Z _{то-2}	Z _{то-3}	Z _{то-3^{ПР}}	Z _{то-3^{КР}}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	26	43	21	16	5	1	...	1	1	...	1	1	261485	682312	501916	496079	155170	2096962
	53	82	41	31	10							2	309485	1301153	979932	961153	310340	3862063
	80	119	60	45	15							3	357485	1888259	1434047	1395222	465510	5540523
	101	153	76	57	19							4	405485	2427761	1816459	1767282	589645	7006632
	117	180	90	67	22							5	453485	2856190	2151070	2077331	682747	8220823
	133	197	98	74	25							6	501485	3125941	2342276	2294366	775849	9039917
	133	204	102	76	25							7	549485	3237015	2437880	2356375	775849	9356604
2	26	43	21	16	5	4	...	2	2	...	1	1	270178	682312	501916	496079	155170	2105655
	58	85	43	32	11							2	318178	1348756	1027734	992158	341374	4028200
	85	128	64	48	16							3	366178	2031068	1529650	1488237	496544	5911677
	112	171	85	64	21							4	414178	2713380	2031566	1984316	651713	7795153
	138	209	104	78	26							5	462178	3316353	2485681	2418385	806883	9489480
	160	239	119	90	30							6	510178	3792385	2844193	2790445	931019	10868220
	165	248	124	93	31							7	558178	3935195	2963697	2883459	962053	11302582

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3	26	43	21	16	5	4	...	2	2	...	2	1	306959	682312	501916	496079	155170	2142436
	58	86	43	32	11							2	4080849					
	85	130	65	49	16							6035100						
	117	173	87	65	22							7973511						
	144	215	107	81	27							9817219						
	170	256	128	96	32							11637956						
	197	296	148	111	37							13418924						
	224	334	167	125	42							15113252						
	250	375	187	141	47							16941094						
	266	397	199	149	50							17966134						
	277	415	207	155	52							18739056						
	288	429	214	161	54							19424607						
	293	441	221	165	55							19985379						
	298	445	222	167	56							20213794						
4	26	43	21	16	5	4	...	2	2	...	3	1	358312	682312	501916	496079	155170	2193789
	58	88	44	33	11							4218842						
	85	131	65	49	16							6102320						
	117	174	87	65	22							8040731						
	144	217	108	81	27							9924208						
	170	258	129	97	32							11775951						
	197	299	149	112	37							13572786						
	224	338	169	127	42							15337887						
	250	376	188	141	47							17032216						
	272	407	203	153	51							18426820						
	288	435	217	163	54							19656878						
	304	458	229	172	57							20728793						
	320	481	240	180	60							21745799						
	325	492	246	184	61							22266803						
	336	504	252	189	63							22865714						
	341	513	257	193	64							23331079						
	346	520	260	195	65							23654900						
	352	524	262	197	66							23907216						
	357	536	268	201	67							24492088						
	5	26	43	21	16							5	4	...	2	2	...	4
58		88	44	33	11	4219900												
85		131	66	49	16	6127278												
117		174	87	65	22	8041789												

Кінець таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
5	144	217	109	81	27	4	...	2	2	...	4	5	551370	3443295	2605185	2511400	837917	9949167
	170	260	130	97	32							6	599370	4125607	3107101	3007479	993087	11832644
	202	301	150	113	38							7	647370	4776184	3585117	3503558	1179291	13691520
	229	341	170	128	43							8	695370	5410893	4063133	3968632	1334461	15472489
	256	380	190	143	48							9	743370	6029734	4541148	4433706	1489631	17237589
	272	412	206	154	51							10	791370	6537501	4923561	4774761	1582732	18609925
	293	442	221	166	55							11	839370	7013532	5282072	5146820	1706868	19988662
	309	467	234	175	58							12	887370	7410225	5592783	5425865	1799970	21116213
	325	491	246	184	61							13	935370	7791051	5879592	5704909	1893072	22203994
	341	510	255	191	64							14	983370	8092537	6094699	5921944	1986174	23078724
	346	523	262	196	65							15	1031370	8298818	6262004	6076968	2017208	23686368
	357	537	269	201	67							16	1079370	8520966	6429310	6231993	2079276	24340915
	368	549	274	206	69							17	1127370	8711378	6548814	6387018	2141344	24915924
	373	560	280	210	70							18	1175370	8885923	6692218	6511037	2172378	25436926
	378	566	283	212	71							19	1223370	8981130	6763921	6573047	2203412	25744880
	384	575	288	216	72							21	1319370	9123939	6883425	6697067	2234446	26258247
	389	582	291	218	73							23	1415370	9235013	6955127	6759077	2265480	26630067
	394	594	297	223	74							25	1511370	9425426	7098532	6914102	2296514	27245944

4.5 Обґрунтування спеціалізації постів пунктів технічного обслуговування

До ТП ТО тракторів ХТЗ–150К–09 тягового класу 4,0, що виконуються на стаціонарних постах, можна віднести чотири основні процеси – це ТО–2, ТО–3, ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}. Вони характеризуються та відповідно відрізняються між собою кількістю РТО, що застосовується в цих ТО, та кількістю технологічних операцій. Це призводить до збільшення сумарної тривалості ТП ТО. Складніші ТП ТО тракторів ХТЗ–150К–09 є більш насиченими щодо кількості складних технологічних операцій, які потребують для їх проведення застосування високотехнологічного обладнання, що призводить до зростання витрат $Z^{ПТО}$ [45; 86].

Нами розглядалися ТП ТО тракторів ХТЗ класу 4,0 в спільному потоці та на спеціалізованих постах. Якщо затрати на обслуговування на спеціалізованих постах $Z_{2+3+ПР+КР}^{ПТО}$ є більші, ніж на пості багатопредметної спеціалізації $Z_{2,3,ПР,КР}^{ПТО}$, то для таких співвідношень часткових програм буде мати місце сумісність, якщо навпаки, то несумісність.

Нами було встановлено залежності витрат $Z^{ПТО}$ як для випадків об'єднання різних ТП ТО в спільному потоці, так і вразі їх виконання на спеціалізованих постах від кількості тракторів N у зоні обслуговування.

Як видно з рис. 4.20 та 4.21, сумісність виконання ТП ТО ТО–2 і ТО–3; ТО–3 і ТО–3^{ПР}; та ТО–2 і ТО–3^{КР}; ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР} в спільному потоці є суттєво вищою від виконання їх на спеціалізованих постах. Це зумовлено великою різницею між кількістю операцій та відповідно їх сумарною тривалістю $T_{ТП}$ і кількістю обладнання K_r , яке застосовується під час виконання цих ТП. Доцільність виконання цих ТО в спільному потоці обмежене кількістю N тракторів у зоні обслуговування – відповідно 548 од., 688 од., 742 од. та 1214 од.

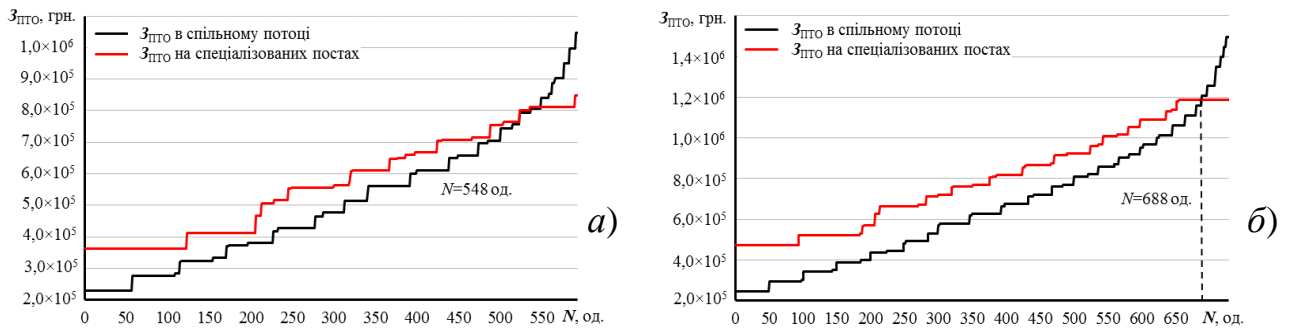


Рисунок 4.20 – Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації а) ТО–2 і ТО–3, б) ТО–3 і ТО–3^{ПП}.

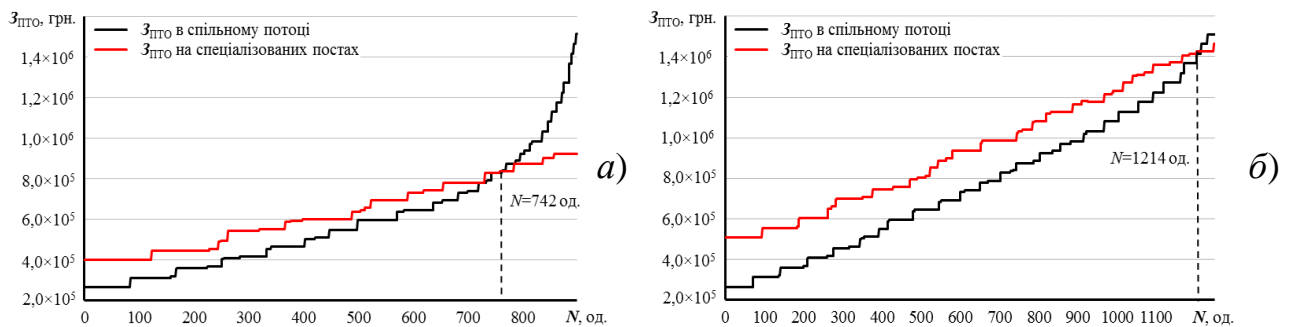


Рисунок 4.21 – Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації а) ТО–2 і ТО–3^{КР}, б) ТО–3^{ПП} і ТО–3^{КР}.

Об'єднання щораз більшої кількості різних ТП ТО (рис. 4.22, 4.23) з відмінною кількістю обладнання K_r та сумарною тривалістю $T_{ТП}$ призводить до зменшення кількості тракторів N у зоні обслуговування ПТО. Так сумісність при виконанні ТП ТО в спільному потоці для ТО–2, ТО–3, ТО–3^{ПП} і ТО–2, ТО–3, ТО–3^{КР}; та ТО–2, ТО–3^{ПП}, ТО–3^{КР} і ТО–3, ТО–3^{ПП}, ТО–3^{КР} буде становити відповідно 414 од., 506 од., 548 од. та 624 од.

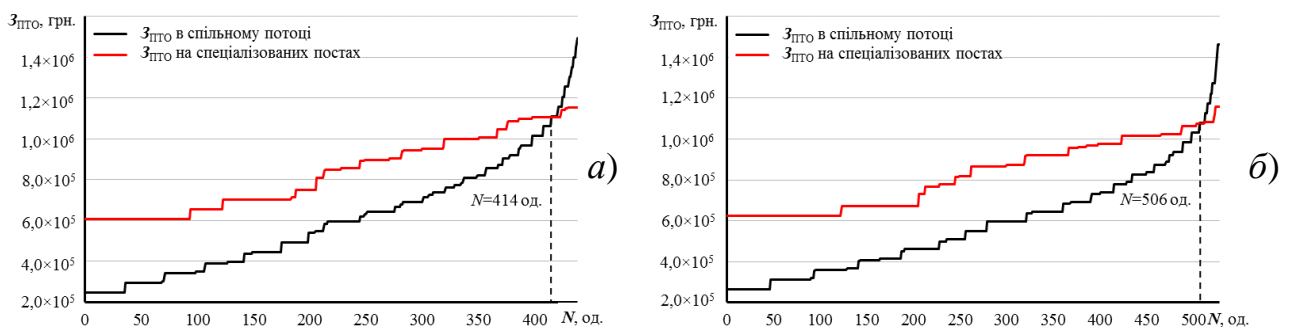


Рисунок 4.22 – Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації а) ТО–2, ТО–3 і ТО–3^{ПП}, б) ТО–2, ТО–3 і ТО–3^{КР}.

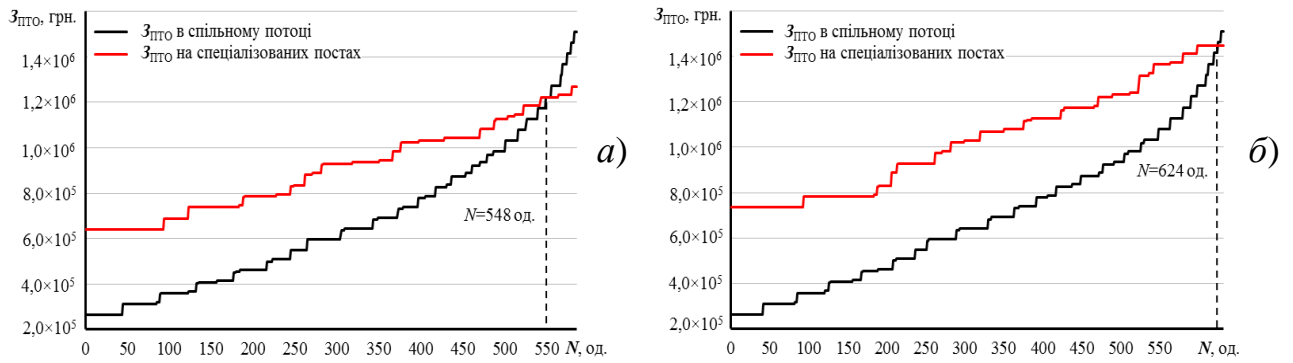


Рисунок 4.23 – Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації а) ТО–2, ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}, б) ТО–3, ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}.

Монопредметна політехнологічна спеціалізація для ТП ТО тракторів ХТЗ–150К–09 відображає порівняння затрат $Z_{\text{ПТО}}$ всіх видів ТО на спеціалізованих постах та постах багатопредметної спеціалізації. З рис. 4.24 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.

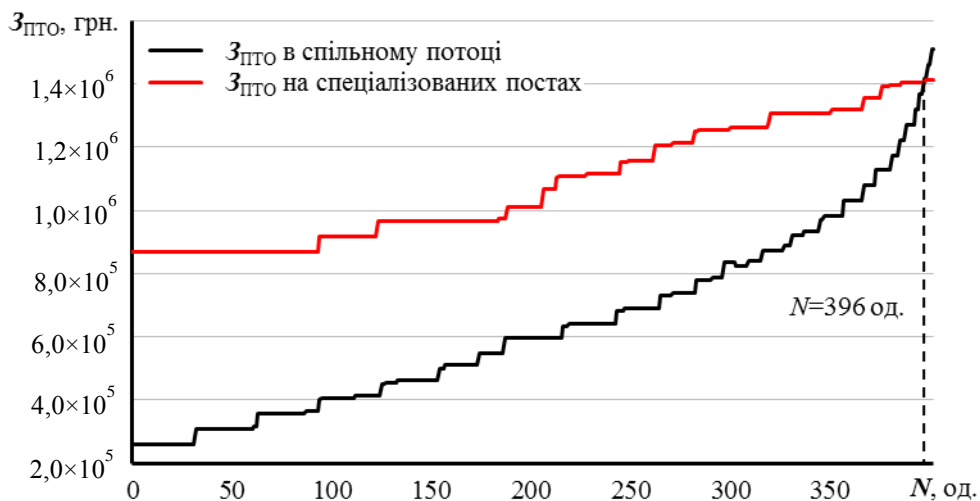


Рисунок 4.24 – Сумісність виконання ТП різних ТО для монопредметної (трактори ХТЗ–150К–09) монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації ТО–2, ТО–3, ТО–3^{ПР} і ТО–3^{КР}.

Затрати $Z_{\text{ПТО}}$ 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. 4.25, 4.26).

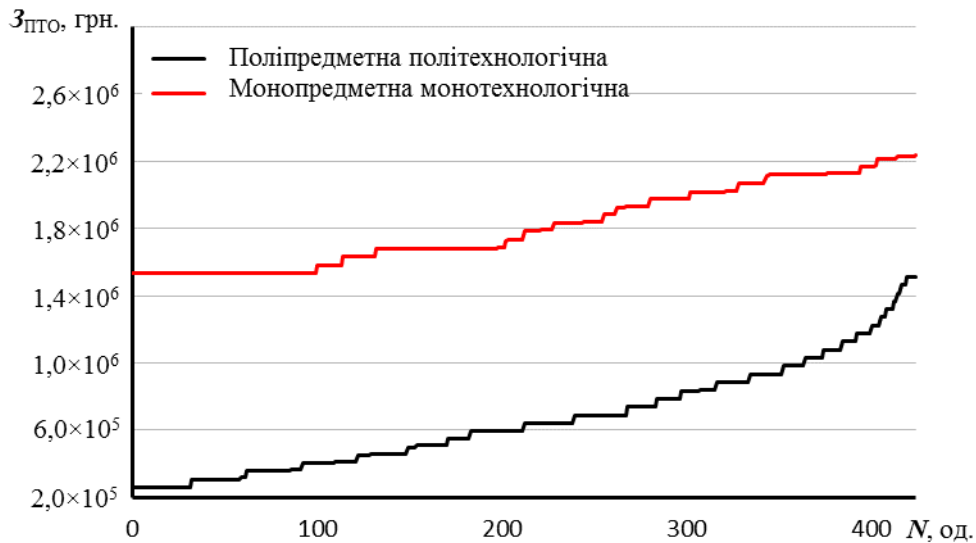


Рисунок 4.25 – Сумісність виконання ТП всіх видів ТО для монопредметної монотехнологічної та поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0

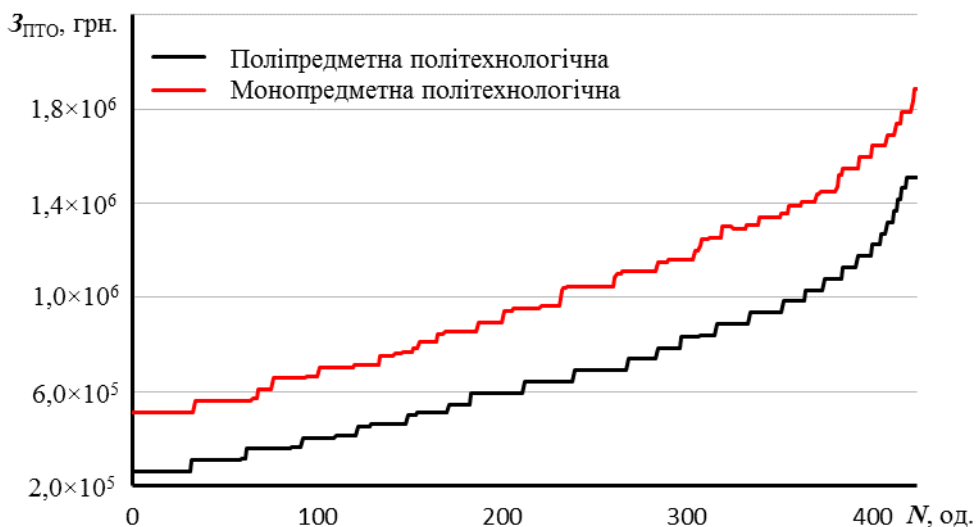


Рисунок 4.26 – Сумісність виконання ТП всіх видів ТО для монопредметної політехнологічної та поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ класів 0,9 і 4,0

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. (див. рис. 4.25, 4.26).

Аналогічні розрахунки нами були приведені для інших моделей та класів тракторів марки ХТЗ, результати річних приведених технологічних витрат різних спеціалізацій подано у дод. Е.

Висновки до розділу 4

1. Порівняльна характеристика структури ТП однойменних технічних обслуговувань тракторів ХТЗ різних класів дає підстави стверджувати, що суттєвої різниці між ними для різних моделей тракторів ХТЗ немає, змінюється кількість робочих зон. Однак суттєвий вплив на структуру ТП має власне вид ТО. Таким чином, об'єднання в спільному потоці процесів ТО доцільніше проводити не за предметною ознакою – подібністю конструкції тракторів, а за технологічною – видом ТО.

2. За результатами моделювання встановлено, що найвагомим чинником скорочення тривалості процесів ТО тракторів ХТЗ (в 3,6...4,8 раза) і, відповідно, підвищення значень коефіцієнта їх технічного використання, є збільшення кількості залучених робітників u .

3. Певного скорочення тривалості процесів ТО (на рівні 5...15 %), а тому й підвищення значень коефіцієнта технічного використання, можна також досягнути за рахунок збільшення кількості основного РТО K_r , однак лише в разі дотримання для всіх типів обладнання очевидної умови $u \geq K_r$.

4. Встановлено, що, окрім зміни кількості робітників та основного РТО всіх типів, додатковим ресурсом впливу на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування є збільшення кількості постів (фронтів технічного обслуговування). Збільшення кількості постів ПТО тракторів не впливає на тривалість процесів ТО, а тому не може розглядатись

як чинник підвищення значень коефіцієнта готовності. Водночас збільшення кількості постів уможлиблює за певних умов скорочення тривалості технологічного циклу і, відповідно, збільшення продуктивності ПТО.

5. Стосовно досліджених технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ, які виконуються на стаціонарних постах, отримали підтвердження фундаментальні положення про те, що збільшення кількості будь-якого ресурсу (кількості робітників, обладнання та постів) не покращує показників використання цих ресурсів (відповідно коефіцієнтів використання фондів часу робітників, обладнання та постів), однак не погіршує показників ефективності використання інших ресурсів.

6. Отримані результати є підставою для формування параметричних рядів виробничих структур фірмових ПТО тракторів ХТЗ різної продуктивності.

7. Показники сумісності є найвищими для ПТО з елементарною виробничою структурою, які характеризуються мінімальною продуктивністю Q_p . Об'єднання в спільному потоці щораз більшої кількості різних ТП не підвищує показників ОТС.

8. Отримані значення показників ОТС дали змогу обґрунтувати доцільність створення ПТО поліпредметної політехнологічної спеціалізації для тракторів ХТЗ класів як 0,9, так і 4,0.

РОЗДІЛ 5

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО

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

У структурі послуг, які дають підприємства ТО України, велику частку займають ТП, які виконуються переважно на стаціонарних постах. Фактично ефективність таких процесів значно залежить від проєктних рішень відносно виробничої структури (кількості постів K_f , кількості устаткування різних видів K_r і кількості виконавців u .) Тому правильна оцінка ефективності ТП на стадії проєктування надзвичайно важлива, особливо протягом порівняльного аналізу декількох змінних варіантів проєкту.

Для аналізу результатів проєктування виробничих підрозділів підприємств технічного сервісу, а також ефективності ТП використовують переважно техніко-економічні показники [64]: приведені технологічні витрати на виконання робіт, їх собівартість, виробництво продукції на одиницю площі тощо. Однак ці показники не достатньо відтворюють рівень використання технічних ресурсів. У цьому контексті кращі результати забезпечують показники ефективності ТП, які розраховують за значеннями його параметрів (за значеннями кількості постів K_f , фронту ремонту f , кількості робітників u , кількості обладнання різних типів K_r), а саме: тривалість технологічного процесу $T_{ТП}$ – інтервал часу від початку та до закінчення всіх технологічних дій; коефіцієнт використання фондів робочого часу робітників η_u ; коефіцієнти використання фондів робочого часу обладнання різних типів η_r . Ці параметри ТП (K_f , u , K_r) розраховують на підставі трудомісткості, у кращому разі, за результатами нормування операцій.

Визначення параметрів ТП, які виконуються на стаціонарних постах, із застосуванням теорії розкладів було вперше застосоване для аналізу ТП поточного ремонту тракторів [120]. Чергові дослідження засвідчили, що в завданнях оптимального проєктування параметри ТП взаємозалежні, отже взаємозалежними є й показники ефективності ТП, які їм відповідають.

Жодна з відомих методик визначення показників ефективності ТП ТО, які виконуються на стаціонарних постах ПТО, не враховує цього взаємозв'язку.

Знаючи для заданої продуктивності Q_P параметри ТП (K_f, K_r, u, f), технічні характеристики обладнання різних типів, тривалості операцій, необхідні виробничі площі F , переходять до розрахунку витрат електроенергії, стисненого повітря тощо. Далі, враховуючи заробітну плату робітників, вартість обладнання, ціну електроенергії, розраховують основні техніко-економічні показники [4].

5.2 Сподіваний економічний від впровадження спеціалізації пунктів технічного обслуговування

Відображено, що сподіваного економічного ефекту можна досягти за рахунок поєднання виробничих процесів проведення різних видів ТО однієї моделі трактора на одному пості ПТО (монопредметна політехнологічна спеціалізація).

Проведені нами розрахунки виробничих процесів монопредметної монотехнологічної та монопредметної політехнологічної спеціалізацій дають змогу пересвідчитись у тому, що ці витрати відрізняються. Різниця витрат різних спеціалізацій $\Delta Z^{ПТО}$ дає змогу визначити її вид: якщо $\Delta Z_{i,j,\dots,n}^{ПТО} \leq \Delta Z_{i+j+\dots+n}^{ПТО}$ – монопредметна політехнологічна спеціалізація, якщо $\Delta Z_{i,j,\dots,n}^{ПТО} \geq \Delta Z_{i+j+\dots+n}^{ПТО}$ – монопредметна монотехнологічна спеціалізація.

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

де $Z_{i,j,\dots,n}^{ПТО}$ – затрати монопредметної політехнологічної спеціалізації; $Z_{i+j+\dots+n}^{ПТО}$ – 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. 5.1 – 5.4.

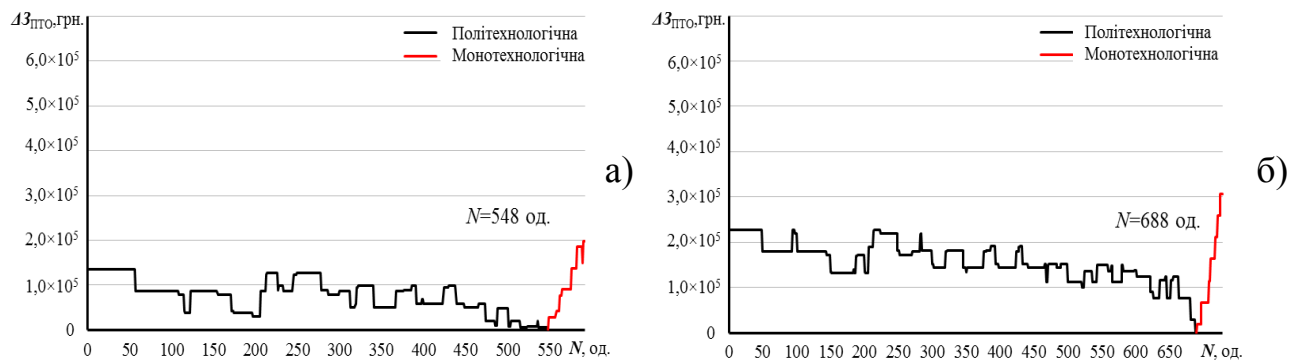


Рисунок 5.1 – Сподіваний економічний ефект від впровадження монопредметної монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ–150К–09: а) ТО–2 і ТО–3, б) ТО–3 і ТО–3^{PP}

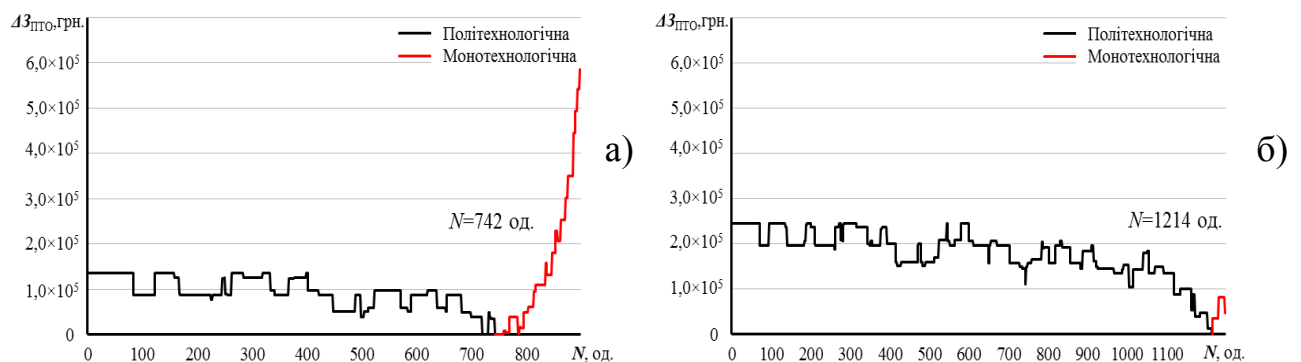


Рисунок 5.2 – Сподіваний економічний ефект від впровадження монопредметної монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ–150К–09: а) ТО–2 і ТО–3^{KP}, б) ТО–3^{PP} і ТО–3^{KP}

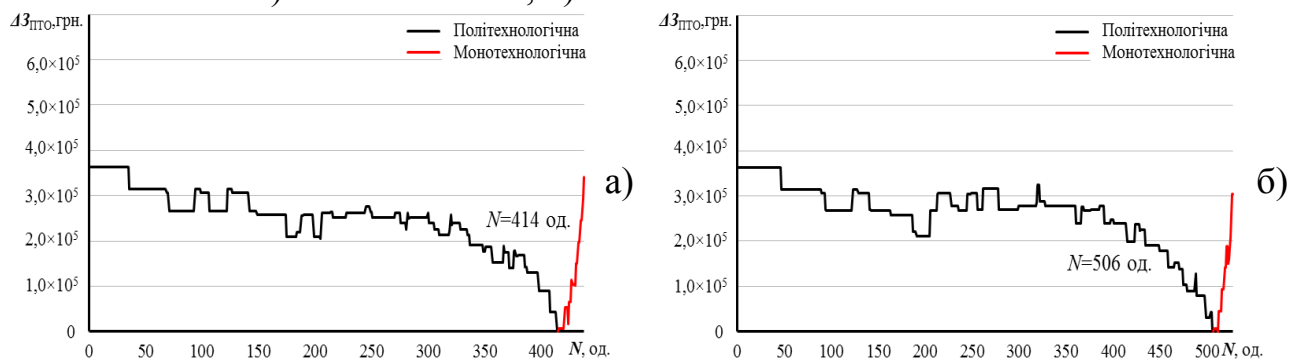


Рисунок 5.3 – Сподіваний економічний ефект від впровадження монопредметної монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ–150К–09: а) ТО–2, ТО–3 і ТО–3^{PP}, б) ТО–2, ТО–3 і ТО–3^{KP}

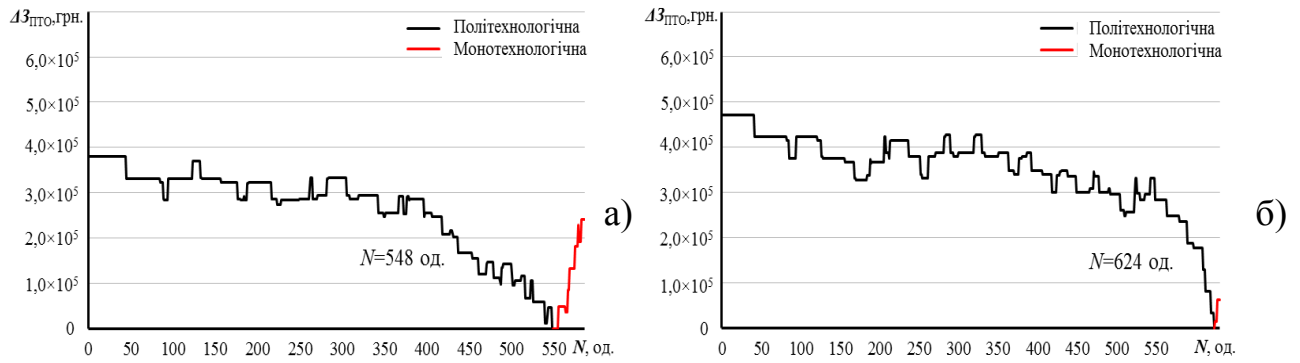


Рисунок 5.4 – Сподіваний економічний ефект від впровадження монопредметної монотехнологічної та політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ–150К–09: а) ТО–2, ТО–3^{PP} і ТО–3^{KP}, б) ТО–3, ТО–3^{PP} і ТО–3^{KP}

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 спеціалізації різниця витрат $\sum Z_{ПТО_i} - \sum Z_{ПТО_{cn}}$ становитиме мінімальне значення, водночас щоби забезпечити значення продуктивності Q_{pmax} , необхідно мати в регіоні дуже велику кількість тракторів даної моделі.

Аналогічні розрахунки нами були проведені для інших моделей та класів тракторів марки ХТЗ, результати порівняння річних приведених технологічних витрат різної спеціалізації подано у дод. Е.

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. 5.5 та 5.6.

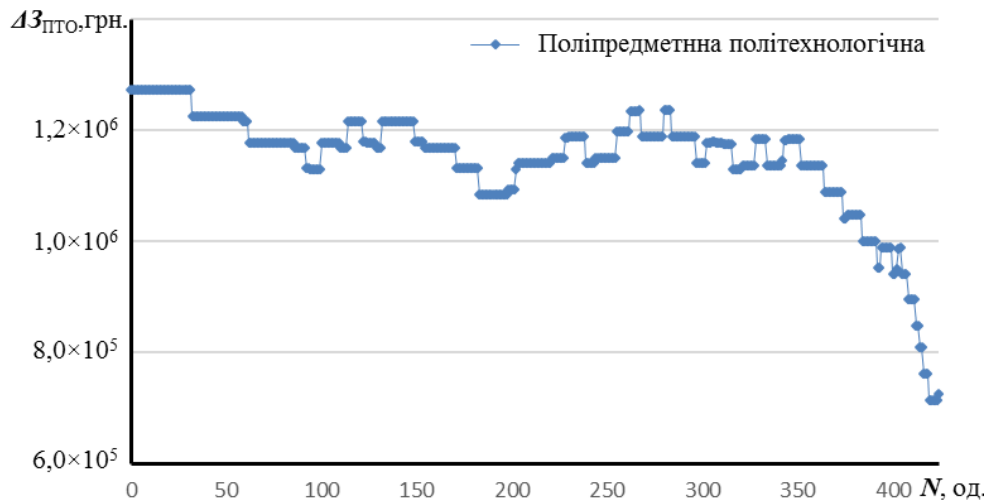


Рисунок 5.5 - Сподіваний економічний ефект від впровадження поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ порівняно з монопредметною монотехнологічною спеціалізацією

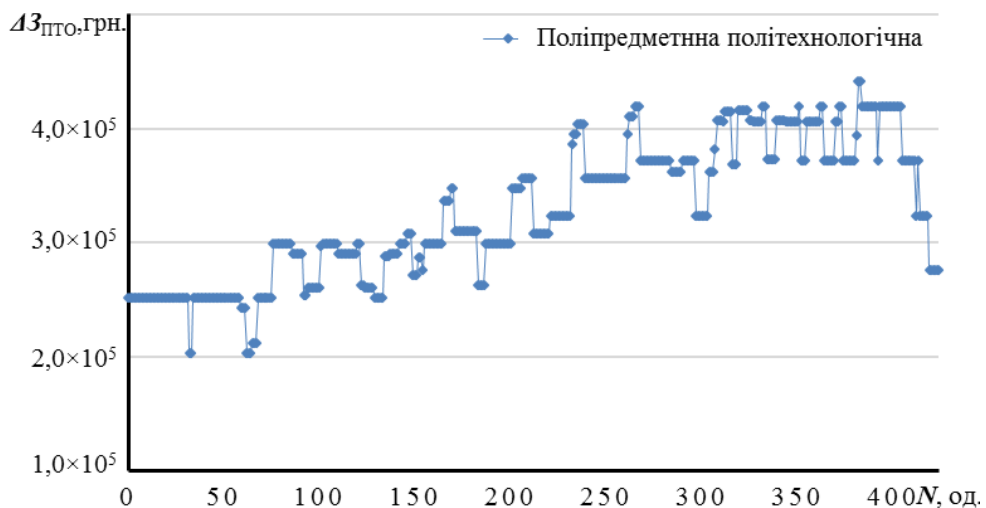


Рисунок 5.6 - Сподіваний економічний ефект від впровадження поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ порівняно з монопредметною політехнологічною спеціалізацією

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 ТО 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

Розв'язано актуальну наукову задачу підвищення ефективності технологічних процесів (ТП) технічного обслуговування (ТО) тракторів ХТЗ за рахунок обґрунтування раціональної виробничої структури та спеціалізації фірмових пунктів технічного обслуговування (ПТО).

1. Чинні методики обґрунтування параметрів виробничої структури пунктів ТО тракторів не орієнтовані на фірмове ТО і неповною мірою враховують структурні особливості ТП, а тому потребують удосконалення. Дослідження стосовно обґрунтування спеціалізації таких ПТО для тракторів практично не проводились. Мережа регіональних фірмових ПТО тракторів ХТЗ в Україні досі не створена.

2. Розвинуто теоретичні положення розрахунку продуктивності ПТО за результатами структурно-параметричного аналізу та синтезу ТП ТО з використанням теорії графів та розкладів, застосування яких уможливорює врахування одночасного впливу зміни різних параметрів виробничої структури ПТО на продуктивність.

3. Розвинуто теоретичні положення обґрунтування спеціалізації фірмових ПТО, які дають можливість враховувати особливості структури ТП різних ТО тракторів ХТЗ різних тягових класів, взаємозалежності всіх показників ефективності виконання різних ТП в спільному потоці залежно від продуктивності. Розроблені на підставі теоретичних положень методика моделювання ТП ТО, евристичний алгоритм та програмне забезпечення її реалізації на ПК є універсальними й уможливають дослідження будь-яких ТП, що виконуються на стаціонарних постах.

4. Аналіз особливостей конструкції тракторів ХТЗ різних тягових класів, технології виконання робіт, результати вибору основного ремонтно-технологічного обладнання та нормування операцій уможливили побудову моделей структури невпорядкованих ТП для різних ТО. Дослідження цих моделей показало, що найвища технологічність притаманна найпростішим

видам ТО, а об'єднання в спільному потоці процесів ТО тракторів ХТЗ доцільніше проводити не за предметною ознакою – подібністю конструкції тракторів, а за технологічною – видом виконуваного ТО.

5. Отримано взаємозалежності параметрів і показників ефективності ТП ТО тракторів ХТЗ, що виконуються на стаціонарних постах, як у разі моно-, так і поліпредметної та політехнологічної спеціалізації, аналіз яких дав змогу виявити важливі закономірності: по-перше, незалежно від спеціалізації скорочення тривалості технологічного циклу ТП (зростання продуктивності ПТО) можна досягнути в загальному випадку за рахунок збільшення кількості різних ресурсів (зростання чисельності робітників u , кількості ремонтно-технологічного обладнання Kr , кількості постів f); по-друге, найбільший вплив на зростання продуктивності ПТО має збільшення кількості виконавців u , а найменший – збільшення кількості Kr обладнання різних типів; по-третє, активне збільшення кількості будь-яких ресурсів (u , f і Kr) інтенсивно зменшує вплив на зростання продуктивності; по-четверте, зростання кількості певного ресурсу не підвищує коефіцієнта використання цього ресурсу, але й не зменшує значення коефіцієнтів використання інших ресурсів; по-п'яте, потрібну продуктивність ПТО можна забезпечити для різних співвідношень u , f і Kr , серед яких необхідно визначити раціональне.

6. 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., а їх річне напруження відповідає нормативному.

7. Обґрунтовано параметричний ряд виробничих структур фірмових ПТО тракторів ХТЗ поліпредметної політехнологічної спеціалізації, до якого увійшло 5 різних виробничих структур ПТО різної продуктивності. Для кожної виробничої структури визначено максимальну та раціональну продуктивності.

Застосування отриманого параметричного ряду уможливило як вибір раціонального варіанта виробничої структури ПТО з урахуванням прогнозу динаміки зміни кількості тракторів у зоні обслуговування, так і оперативне управління роботою ПТО з урахуванням сезонної нерівномірності використання тракторів ХТЗ різних тягових класів. Зокрема, для кількості тракторів ХТЗ у Львівській області (591 од. кл. 4,0 і 87 од. кл. 0,9) та за умов їх нормативного річного напрацювання необхідно створити два ПТО з III варіантом виробничої структури.

8. Результати дослідження впроваджені в ПАО «Харківський тракторний завод». Очікуваний економічний ефект від впровадження результатів роботи у виробництво залежно від кількості тракторів N у зоні обслуговування буде коливатись у межах від 203238,7 грн до 1273893,2 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аллилуев В. А., Ананьин А. Д., Михлин В. М. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва: ВО «Агропромиздат», 1991.
2. Антышев Н. М., Бычков Н. И. Справочник по эксплуатации тракторов. Москва: Россельхозиздат, 1982. 336 с.
3. Артёмов М. П. Інноваційні методи дослідження параметрів трактора і функціональної стабільності роботи машинно-тракторних агрегатів. *Луганський національний аграрний університет*, 2019. С. 244-245.
4. Бабусенко С. М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий. Москва: Агропромиздат, 1990. 352 с.
5. Базилевич Л. А. Моделирование организационных структур. Ленинград: Изд-во Ленинград. ун-та, 1978. 159 с.
6. Барабаш Р., Михалюк М., Шолудько В., Шолудько Я. Обоснование рационального размещения и функционирования пункта технического обслуживания. *MOTROL : Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. An International Journal on Operation of Farm and Agri-food Industry Machinery*. Lublin; Rzeszow, 2014. Vol. 16, No. 4 P. 98–104.
7. Барабаш Р. Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–150К–09. *Сільськогосподарські машини: зб. наук. праць*. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. Вип. 32. С. 18–26.
8. Буклагин Д. С., Хохлов В. П., Деревков А. И. Организация ремонта тракторов и автомобилей за рубежом. *Обзорная информация*. Москва: ЦНИИТЭИ, 1976. 44 с.
9. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарської техніки. Київ: Вища шк., 1993. 287с.
10. Бутиков Е. Н., Плотников Ю. А., Цветников Ж. Ф., Яшина З. Е. Тенденция развития сельскохозяйственной техники за рубежом. Москва: ЦНИИТЭИ. Госкомсельхозтехника СССР, 1979. 60 с.

11. Безуглов Ю. И. Исследование некоторых вопросов организации систем ТО и ТР автомобилей в АТП: дисс ... канд. техн. наук. Москва: МАДИ, 1974. 192 с.

12. Березняцкий В. В. Исследование и оптимизация уровня централизованного обслуживания и ремонта подвижного состава автотранспортного объединения: автореф. ... канд. техн. наук. Киев, 1982. 24 с.

13. Биличенко В. В. Комплексная организация технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава объединений автомобильного транспорта на основе централизации и специализации: дисс...канд. техн. наук. Киев: КАДИ, 1989. 274 с.

14. Вітвіцький В. В., Лосина М. С., Гулька М. С. Методика розробки та типові норми часу на технічне обслуговування тракторів. Київ: НДІ «Укראгропромпродуктивність», 2005. 219 с.

15. Войтюк В. Д., Рубльов В. І., Роговський І. Л. Системні принципи забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки: монографія. Київ: НУБіП України, 2016. 360 с.

16. Гудков В. А., Тарновский В. И., Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. Волгоград: ВолгПИ, 1986. 30 с.

17. Гмурман В. Е. Руководство по решению задач по теории вероятностей и математической статистике. Москва: Высш. шк. 1979. 400 с.

18. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. Х., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. Москва: Наука, 1965. 524 с.

19. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания. Москва: Наука, 1987. 336 с.

20. Дехтеринский Л. В., Карагодин В. И. Концентрация и специализация ремонтного производства: учеб. пособие / МАДИ. Москва: 1980. 82 с.

21. Дунаев А. П. Надежность транспортных средств. Москва: ГАСБУ, 1995. 108 с.

22. Дунаев А. П. Организация диагностирования при обслуживании автомобилей. Москва: Транспорт, 1987. 207 с.
23. Еремин Л. И. Краткий обзор системы технического обслуживания и ремонта автомобилей в Японии. Москва: НИИНавтопром, 1974. № 7. С. 28-34.
24. Еремин Л. И. Новые формы технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей за рубежом. Москва: НИИНавтопром, 1976, № 6. С. 43-47.
25. Зыков А. А. Основы теории графов. Москва: Наука, 1987. 384 с.
26. Ивченко Г. И., Каштанов В. А., Коваленко В. А. Теория массового обслуживания. Москва: Высш. шк., 1982. 256 с.
27. Иофинов С. А., Гевейлер Н. Н. Контроль работоспособности трактора. Ленинград: Машиностроение. Ленингр. отд., 1985.
28. Канторович Л. В., Горстко А. Б. Математическое оптимальное программирование в экономике. Москва: Знание, 1968.
29. Карагодин В. И. Проектирование поточных линий ремонтных предприятий: учеб. пособие / МАДИ. Москва, 1979. 66 с.
30. Карагодин В. И. Формирование и теоретическое обоснование основных направлений эффективного развития системы фирменного ремонта автомобилей: дисс....д-ра техн. наук. Москва, 1997. 547 с.
31. Карпов Л. И. Диагностика и техническое обслуживание тракторов и комбайнов. Москва: Колос, 1972. 320 с.
32. Карташов В. П., Мальцев В. М. Организация ТО и Р автомобилей. Москва: Транспорт, 1979. 215 с.
33. Каталог. Оборудование и инструмент для автосервиса. Москва: ПФК Скорпион, 1998. 81 с.
34. Киртбая Ю. К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка. Москва: Колос, 1976. 319 с.
35. Костюхин Д. Общие принципы организации и содержания технического обслуживания машин, оборудования и приборов зарубежными фирмами. Москва: В/О «Внешторгреклама», 1978.

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

37. Крамаров В. С. Теоретичні основи розрахунку комплексів машин і проектування механізмів процесів сільськогосподарського виробництва. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1964. №1. С. 25–28.

38. Kuzminskyj R., Barabash R. Organizational and technological compatibility of the technological processes of second and third line maintenance of KhTZ-3522 tractors. *Contemporary Research Trends in Agricultural Engineering, BIO Web of Conferences 10, 02015 (2018) P. 1–8. Engineering and Technology*. doi: 10.1051/bioconf/20181002015.

39. Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Параметри та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2006. № 10. С. 66–73.

40. Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Підвищення коефіцієнта технічного використання тракторів ХТЗ скороченням тривалості їх технічного обслуговування. *Вісник ХНТУ ім. П. Василенка: Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва*. 2015. № 163. С. 78–83.

41. Кузьмінський Р. Д., Іванишин В. В., Барабаш Р. І., Ткач О. В. Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–3522. *Збірник наукових праць. Подільського державного аграрно-технічного університету: Технічні науки*. 2016. № 24. т.2. С. 175–184.

42. Кузьминский Р. Д., Барабаш Р. И., Михалюк М. А. Анализ технологической и производственной составляющих структуры процессов технического обслуживания тракторов ХТЗ–Т150К–09. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. An International Journal on Operation of Farm and Agri–food Industry Machinery*. Lublin; Rzeszow, 2014. Vol. 16, No. 4. P. 303–309.

43. Kuzminskyj R., Krajnyk L., Barabash R., Sosnowski S. Organizational and technological compatibility of the technological processes of all different types of maintenance of KhTZ-3522 tractors in the joint technological flow. *ECONTECHMOD. An International Quarterly Journal*. 2017. Vol. 6, No. 3, P. 5–16.

44. Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Параметри та показники ефективності процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–17221. Развитие науки в XXI веке: Междунар. науч.-практ. конф. (Харьков, 11 апр. 2015 г.). Харьков, 2015. С. 60–65.

45. Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Організаційно-технологічна сумісність технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах. *Крамаровські читання: матеріали VI Міжнар. наук.-техн. конф.* (Київ, 21 лют. 2019 р.). Київ: Вид. центр НУБіП України, 2019. С. 257–259.

46. 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.

47. Кузьмінський Р., Кордоба В. Алгоритм визначення продуктивності та виробничої структури технологічних ділянок відновлення зношених деталей на етапі проектування. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2011. № 15. С. 297–308.

48. 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.

49. 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.

50. 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. 228–235.

51. Кузьмінський Р. Д. Конструктивно-технологічний базис процесів ремонту коробок передач зернозбиральних комбайнів. *Наукові і практичні аспекти агропромислового виробництва та розвитку сільських регіонів: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму, 22-24 вер. 2010 р.* Львів: Львів. нац. агроуніверситет, 2010. С. 458–467.

52. Кузьмінський Р. Структура, параметри та ефективність технологічних процесів ремонту. *Вісник Львівського державного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2005. № 9. С. 50–60.

53. Кузьминский Р. Д. Динамика и показатели эффективности процессов разборки-сборки ремонтируемой коробки передач. *Совершенствование ремонтно-восстановительных процессов в отраслях АПК: сб. науч. тр.* Львов: Львов. с.-х. ин-т, 1988. С. 35-40.

54. Кузьмінський Р., Стукалець І. Організаційно–технологічна сумісність процесів ремонту головок блоків циліндрів двигунів ЯМЗ-236, -240 на технологічних ділянках різної продуктивності. *Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa*. Люблін, 2011. Т. 13D. С. 189–197.

55. Кузьмінський Р. Д. Організаційно–технологічна сумісність процесів ремонту різних об'єктів у спільному потоці. *Надійність і ремонт машин у сільському господарстві: зб. наук. праць*. Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1992. С. 17–29.

56. Кузьмінський Р. Д. Результати розрахунку областей та коефіцієнтів організаційно-технологічної сумісності для технологічних ліній. *Надійність і ремонт машин у сільському господарстві: зб. наук. праць*. Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1993. С. 27–39.

57. Кузьмінський Р., Стукалець І. Розрахунок показників організаційно-технологічної сумісності технологічних процесів ремонту різних об'єктів для окремого такту. *Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти використання матеріально-технічної бази АПК*: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму, 17-18 верес. 2008 р. Львів: Львів. нац. агроуніверситет, 2008. С. 406–409.

58. Кузьмінський Р. Д. Система показників організаційно-технологічної сумісності процесів ремонту. *Надійність і ремонт машин у сільському господарстві*: зб. наук. праць. Львів: Львів. держ. с.-г. ін-т, 1992. С. 29–40.

59. Кузьмінський Р. Удосконалення системи показників організаційно-технологічної сумісності процесів ремонту різних об'єктів у спільному потоці. *Теорія і практика розвитку АПК*: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму (19-20 верес. 2006 р.). Львів: ЛДАУ, 2006. Т. 2. С. 354–359.

60. Левитский И. С. Организация ремонта и проектирования сельскохозяйственных ремонтных предприятий. Москва: Колос, 1969. 320 с.

61. Методические указания по выбору оптимального комплекса передвижных и стационарных средств технического обслуживания машинно-тракторного парка колхозов и совхозов / А. В. Ленский и др. Москва: ГОСНИТИ, 1975. 128 с.

62. Ленский А. В. Система технического обслуживания машинно-тракторного парка. Москва: Россельхозиздат, 1972. 184 с.

63. Ленский А. В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка. Москва: Росагропромиздат, 1989. 234 с.

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

65. Мельников Г. Н. Вороненко В. П. Проектирование механосборочных цехов. Москва Машиностроение, 1990. 350 с.

66. Молодик М. В. Напрями розвитку технічного сервісу в сучасних умовах. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Глеваха, 2003. Вип. 86. С. 82–86.

67. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин. Кіровоград: КОД, 2009. 180 с.
68. Молодик М. В. Прогнозування розвитку та оцінка різних форм технічного сервісу в АПК України. Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. Київ, 1999. Вип. 6. С 58–62.
69. Молодик М. В., Моргун А. М., Шаповал Л. І., Єна О. В. Організаційні форми технічного сервісу та прогноз їх розвитку в ринкових умовах господарювання в агропромисловому комплексі України. Київ: Рекомендації, 2001. 170 с.
70. Напольский Г. М. Организация и техническое проектирование СТОА. Москва: МАДИ, 1981. 83 с.
71. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. Москва: Транспорт, 1993. 272 с.
72. Наумов Ю. Н. Справочник по использованию и техническому обслуживанию машинно-тракторного парка. Ташкент: Мехнат, 1989. 270 с.
73. Новгородский завод ГАРО. Оборудование для автосервиса. Гаражное оборудование. Новгород, 1998. 22 с.
74. Пасечников Н.С. Научные основы технического обслуживания машин в сельском хозяйстве. Москва: Колос, 1983.
75. Пильщиков Л. М., Голубев И. Г., Фролов В. А. Опыт работы технических центров (дилеров) по сервису сельскохозяйственной техники: аналит. обзор. Москва: Информагротех, 1993.
76. Полетаев В. Д. Состояние и перспективы фирменного сервиса сельскохозяйственной техники. *Инженерно-техническое обеспечение*. 1994. № 2. С. 12-13.
77. Путинцева М. А. Организация технического обслуживания и ремонта тракторов и сельскохозяйственных машин. Москва, 1975. 90 с.

78. Путинцева М.А. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка как основа высокопроизводительного его использования. Москва, 1971.
79. Путинцева М.А. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка мастерами-наладчиками. Москва: Сельхозиздат, 1963. 88 с.
80. Рассказов М. Я. Организация ремонтного производства агропрома. Москва: Россельхозиздат, 1990. 208 с.
81. 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.
82. Техническое обслуживание машин и оборудования зарубежными фирмами: сб. стат. / под общей ред. лауреата Ленинской премии Н. Н. Смелякова. Москва: Внешторгиздат, 495 с.
83. 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.
84. Сегал Л. Б., Миронов А. П., Флегонтов В. З. Методика расчета выбора и размещения базы технического обслуживания машинно-тракторного парка колхозов и совхозов. Ленинград: ЛОУСХ, НИПТИМЭСХ СЗ, 1971. 30 с.
85. Сегал Л. Б., Миронов А. П., Флегонтов В. З. Методика расчета выбора и размещения базы технического обслуживания машинно-тракторного парка колхозов и совхозов. М.: Россельхозиздат, 1973. 54 с.
86. 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.
87. Семкович А. Д., Винчерский М.П. Алгоритм оптимизации на ЭВМ ЕС 1022 технологической схемы разборки-сборки ремонтируемых тракторов. *Совершенствование процессов сельскохозяйственно-го ремонтного производства в западном регионе УССР*: сб. науч. тр. Львов: Львов. с.-х. ин-т, 1985. С. 12–22.

88. 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*: матеріали докл. Міжнарод. науч.-практ. конф. (август 1995 г.). Мелітополь: ТДАТА, 1995. Т. 4. С. 39.

89. Семкович О. Д., Кузьмінський Р. Д. Технологічний процес ремонту: просторова влаштованість і питання розвитку виробництва. *Вісник Львівського державного аграрного університету*: агроінженерні дослідження. 2003. № 7. С. 193–201.

90. Семкович А. Д., Кузьминский Р. Д., Кульчицкий–Жигайло Р. Д. Алгоритм оптимизации прямого процесса разборки-сборки ремонтируемого объекта. *Повышение надежности сельскохозяйственной техники*: тр. / Латвийская СХА. Елгава, 1988. Вып. 252. С. 50–61.

91. 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.

92. Семкович А. Д., Кузьминский Р. Д. Узагальнений алгоритм моделювання ремонтно-технологічних процесів розбирання та складання. *Моделирование процессов и технологического оборудования в сельском хозяйстве*: матеріали докл. Міжнародної науч.-практ. конф. (17-19 авг. 1994 г.). Мелітополь: ТДАТА, 1994. Т. 4. С. 48–51.

93. 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.

94. Семкович О. Д., Кузьмінський Р. Д., Флис І. М. Методика моделювання на ЕОМ технологічного процесу поточного ремонту двигуна. *Підвищення організаційно-технологічного рівня ремонтно-відновних процесів в АПК регіону*: зб. наук. праць. Львів: Львів. с.-г. ін-т, 1990. С. 15–26.

95. Семкович О. Д., Кузьмінський Р. Д., Чухрай В. Є., Оліскевич М. С. Становлення та розвиток теорії ремонтно-відновних процесів. *Вісник аграрної науки* (спец. вип.). Київ, 2001. С. 90–96.
96. Семкович О.Д., Р.Д. Кузьмінський, Журавчак Ю.М. Методика розрахунку виробничої програми ремонту машин і відновлення деталей. під ред. О. Д. Семковича. Дубляни, 1989. 136 с.
97. Семкович О., Барабаш Р. Стан і перспективи розвитку ринку технічного сервісу в агропромисловому комплексі України. *Вісник Львівського державного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2005. № 9. С. 9–15.
98. 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.
99. Сидорчук О. В., Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І. Закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на ремонт агрегатів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. праць. Київ: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. Вип. 10 (24), кн. 1. С. 69–76.
100. 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.
101. Сидорчук О. В., Кузьмінський Р. Д., Барабаш Р. І., Михалюк М. А. Технологічна складова функціональної структури системи фірмового технічного обслуговування тракторів ХТЗ. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2009. № 13, т. 2. С. 73–80.

102. 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.

103. 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.

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

105. Скибневский Ю. Н. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка. Москва: Россельхозиздат, 1965. 136 с.

106. Скибневский Ю. Н. Техническое обслуживание тракторов. Москва, 1968. 192 с.

107. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2016 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2017.

108. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2017 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2018.

109. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2018 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2019.

110. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2019 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2020.

111. Стукалець І. Г. Організаційно-технологічна сумісність ремонтно-відновних процесів підприємств багатопредметної спеціалізації. *Студентська молодь і науковий прогрес в АПК*: матеріали 4-ої Міжнар. студ. наук. конф. (26-30 верес. 2004 р.). Львів: ЛДАУ, 2004. С. 333–341.

112. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2017 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2017. 226 с.

113. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2018 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2018. 227 с.

114. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2019 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2019. 226 с.

115. Виробництво промислової продукції за видами в Україні за січень–грудень 2020 р.: стат. бюл. Київ: Держкомстат України, 2020. 225 с.

116. Танаев В. С., Гордон В. С., Шафранский Я. М. Теория расписаний. Одностадийные системы. Москва: Наука, 1984. 384 с.

117. Танаев В. С., Сотсков Ю. Н., Струевич В. А. Теория расписаний. Многостадийные системы. Москва: Наука, 1989. 328 с.

118. Тахтамышев Х. М. Расчет оптимального количества постов текущего ремонта. - Автомобильный транспорт, 1985. №6, с. 33-34.

119. Ташута Н.А. Организация фирменного ремонта и технического обслуживания автомобилей в ФРГ. *Автомобильный транспорт Казахстана*. 1981. №7. С. 28-29.

120. Тимочко В. О. Ефективні виробничі структури діляниць поточного ремонту тракторів класів 0,9 і 1,4: дис. ... канд. техн. наук. Львів, 1994. 241 с.

121. Тимочко В. О. Сезонні обмеження на тривалість перебування сільськогосподарської техніки в ремонті. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 1998. № 2. С. 16-20.

122. Технологические карты на предпродажное и техническое обслуживание тракторов ХТЗ–3512, ХТЗ–3522 / Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе. Харьков, 2014. 80 с.

123. Технологические карты на предпродажное и техническое обслуживание тракторов ХТЗ–16131, ХТЗ–16331 / Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе. Харьков, 2014. 92 с.

124. Технологические карты на предпродажное и техническое обслуживание тракторов ХТЗ–150К–09 / Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе. Харьков, 2014. 67 с.

125. Томашевський В. М. Імітаційне моделювання систем та процесів. Київ: ІСДО, 1994. 124 с.

126. Трактор ХТЗ–150К–09–25. Руководство по эксплуатации 151.00.000–09 РЭ / Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе. Харьков, 2013. 267 с.

127. Трактор ХТЗ–3512. Руководство по эксплуатации 3512.00.001 РЭ / Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе. Харьков, 2014. 46 с.

128. Тракторы ХТЗ–17021 и ХТЗ–17221. Руководство по эксплуатации 170.00.000 РЭ / Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе. Харьков, 2013. 215 с.

129. Трактор ХТЗ–17221–18. Руководство по эксплуатации 17221.00.000–18 РЭ. Дополнение к руководству по эксплуатации 170.00.000 РЭ / Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе. Харьков, 2013. 27 с.

130. Трактор ХТЗ–17221–19 «Руководство по эксплуатации» 17221.00.000–19 РЭ. Дополнение к руководству по эксплуатации 170.00.000 РЭ / Харьковский тракторный завод им. С. Орджоникидзе. Харьков, 2013. 30 с.

131. Трактор ХТЗ-Т150К-09. Каталог деталей и сборочных единиц. Харьков: Прапор, 2001. 306 с.

132. Ульман И. Е. Перспектива развития службы технического обслуживания и ремонта машинного и машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве. *Тр. ЧИМЭСХ*. Челябинск, 1971. Вып. 104. С. 6-31.

133. Форнальчик Є. Ю. Обґрунтування виробничої програми ремонту техніки тваринництва. *Наукові праці Львівського сільськогосподарського інституту*. Львів, 1990. С. 43-48.

134. Черепанов С. С. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве (основы научной организации). Москва: Колос, 1978. 280 с.

135. Черепанов С .С. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. Москва: ГОСНИТИ, 1985. 143 с.

ДОДАТКИ

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ БАРАБАША Р.І ЗА ТЕМОЮ
ДИСЕРТАЦІЇ**

Статті у наукових фахових виданнях України,

у тому числі включених до міжнародних наукометричних баз даних

1. Kuzminskyj R., **Barabash R.** Organizational and technological compatibility of the technological processes of second and third line maintenance of KhTZ-3522 tractors. Contemporary Research Trends in Agricultural Engineering, BIO Web of Conferences 10, 02015 (2018) P. 1–8. Engineering and Technology. doi: 10.1051/bioconf/20181002015. *(Здобувачем досліджено організаційно-технологічну сумісність технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ-3522).*

2. Семкович О.Д., **Барабаш Р.І.** Стан і перспективи розвитку ринку технічного сервісу в агропромисловому комплексі України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження.* 2005. № 9. С. 9–15. *(Здобувачем проаналізовано стан ринку технічного сервісу в АПК України).*

3. Кузьмінський Р.Д., **Барабаш Р.І.** Параметри та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження.* 2006. № 10. С. 66–73. *(Здобувачем досліджено залежності між параметри та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах).*

4. Сидорчук О.В., Семерак М.М., Кузьмінський Р.Д., **Барабаш Р.І.**, Шолудько Я.В. Концепція управління проектом технічного обслуговування тракторів. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження.* 2008. № 12, т.1. С. 16–21. *(Здобувачем обґрунтовано концепцію управління проектом технічного обслуговування тракторів).*

Продовження додатку А

5. Сидорчук О.В., Кузьмінський Р.Д., **Барабаш Р.І.** Закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на ремонт агрегатів. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*: зб. наук. пр. Київ: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Вип. 10 (24), кн. 1. С. 69–76. (Здобувачем досліджено закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на технічне обслуговування).

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

7. Сидорчук О.В., Кузьмінський Р.Д., **Барабаш Р.І.**, Михалюк М.А. Технологічна складова функціональної структури системи фірмового технічного обслуговування тракторів ХТЗ. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2009. № 13, т.2. С. 73–80. (Здобувачем обґрунтовано технологічну складову функціональної структури фірмового технічного обслуговування тракторів).

8. 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. (Здобувачем обґрунтовано виробничу структуру пунктів технічного обслуговування тракторів).

Продовження додатку А

9. **Барабаш Р.І.** Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–150К–09. *Сільськогосподарські машини*: зб. наук. пр. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. Вип. 32. С. 18–26. *(Здобувачем досліджено вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування).*

10. Кузьмінський Р.Д., **Барабаш Р.І.** Підвищення коефіцієнта технічного використання тракторів ХТЗ скороченням тривалості їх технічного обслуговування. *Вісник ХНТУ ім. П. Василенка: Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва*. 2015. № 163. С. 78–83. *(Здобувачем досліджено вплив підвищення коефіцієнта технічного використання тракторів ХТЗ на скорочення тривалості технічного обслуговування).*

11. Кузьмінський Р.Д., Іванишин В.В., **Барабаш Р.І.**, Ткач О.В. Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–3522. *Збірник наукових праць. Подільського державного аграрно-технічного університету: Технічні науки*. 2016. № 24. т.2. С. 175–184. *(Здобувачем досліджено вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів).*

Статті у наукових виданнях інших держав

12. **Барабаш Р.І.**, Михалюк М.А., Шолудько В.П., Шолудько Я.В. Обоснование рационального размещения и функционирования пункта технического обслуживания. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. An International Journal on Operation of Farm and Agri-food Industry Machinery*. Lublin; Rzeszow, 2014. Vol. 16, No. 4. P. 98–104. *(Здобувачем обґрунтовано раціональне розташування пункту технічного обслуговування тракторів).*

13. Кузьмінський Р.Д., **Барабаш Р.И.**, Михалюк М.А. Анализ технологической и производственной составляющих структуры процессов технического обслуживания тракторов ХТЗ–Т150К–09. MOTROL. *Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. An International Journal on Operation of Farm and Agri–food Industry Machinery.* Lublin; Rzeszow, 2014. Vol. 16, No. 4. P. 303–309. *(Здобувачем проведено аналіз технологічної складової структури процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ).*

14. Kuzminskyj R., Krajnyk L., **Barabash R.**, Sosnowski S. Organizational and technological compatibility of the technological processes of all different types of maintenance of KhTZ-3522 tractors in the joint technological flow. *ECONTECHMOD. An International Quarterly Journal.* 2017. Vol. 6, No. 3, P. 5–16. *(Здобувачем досліджено організаційно-технологічну сумісність технологічних процесів різних видів технічного обслуговування тракторів ХТЗ-3522).*

Матеріали наукових конференцій

15. 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. *(Здобувачем проаналізовано технологічну структуру процесу технічного обслуговування тракторів ХТЗ).*

16. Кузьмінський Р.Д., **Барабаш Р.І.** Параметри та показники ефективності процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–17221. *Развитие науки в XXI веке: Междунар. науч.-практ. конф.* (Харьков, 11 апр. 2015 г.). Харьков, 2015. С. 60–65. *(Здобувачем досліджено залежності між параметри та показники ефективності процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ-17221).*

Продовження додатку А

17. Кузьмінський Р.Д., **Барабаш Р.І.** Організаційно-технологічна сумісність технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах. *Крамаровські читання: матеріали VI Міжнар. наук.-техн. конф. (Київ, 21 лют. 2019 р.).* Київ: Вид. центр НУБіП України, 2019. С. 257–259. *(Здобувачем обґрунтовано організаційно-технологічну сумісність технологічних процесів, які виконуються на стаціонарних постах).*

Патент України на корисну модель

18. Галушка В.П., Гайдучок В.М., **Барабаш Р.І.** Комбінований гайковий ключ. Патент України на корисну модель №20256, В25В13/00. № u200608074; заявлено 18.07.2006; опубліковано 15.01.2007. Бюл. №1/2007. *(Здобувачем проаналізовано комбіновані гайкові ключі та запропоновано конструкцію, шляхом зміни якої відбувається підвищення продуктивності праці).*

ПРИКЛАДИ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ СТРУКТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРА ХТЗ–150К–09

Результати аналізу структури технологічного процесу ТО–2 трактора

ХТЗ–150К–09 (500 мотогодин)

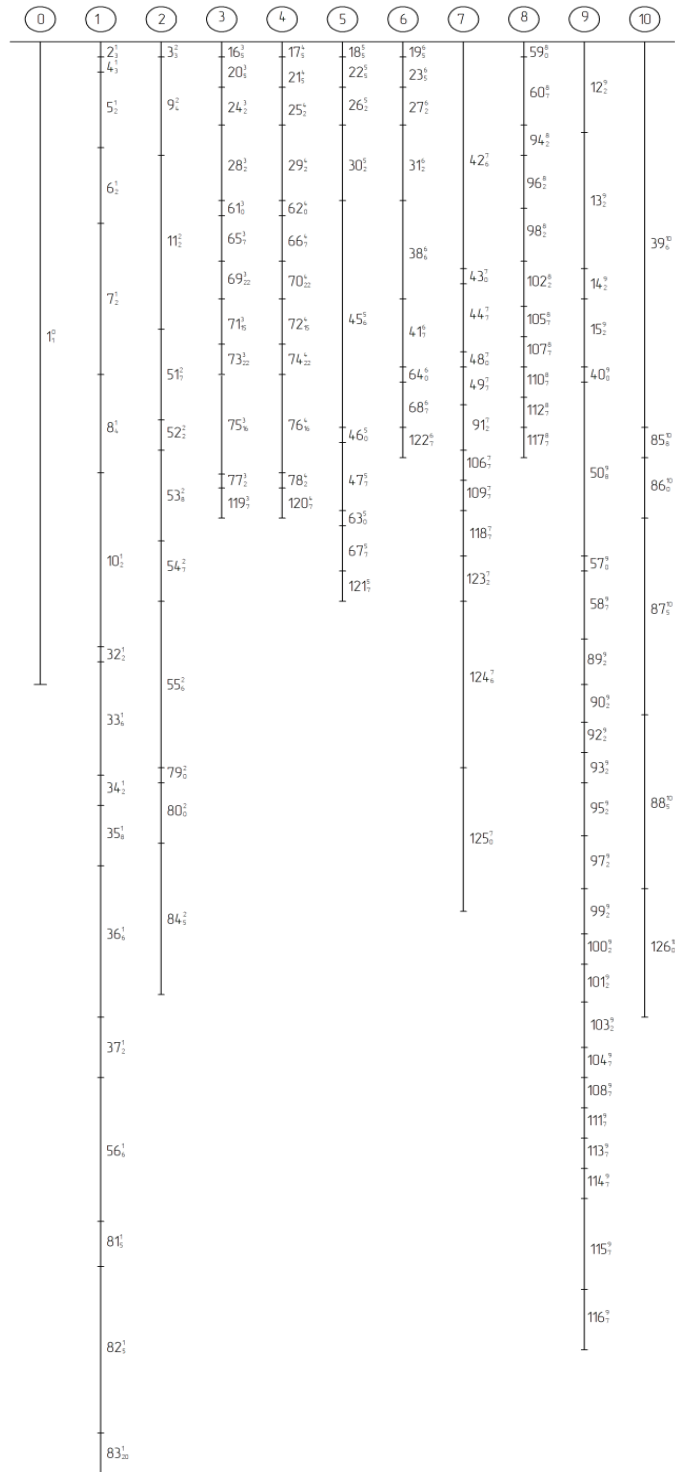


Рисунок Б.1 - Невпорядкована модель технологічного процесу ТО–2 трактора ХТЗ–150К–09

Продовження додатку Б

Таблиця Б.1 – Позиції невпорядкованих моделей технологічних процесів ТО тракторів класу 0,9 (ХТЗ–3522) та 4,0 (ХТЗ–150К–09)

№ операції	Клас трактора	Вид ТО	Операція	№ робочої зони	Код обладнання	Норма часу год.
1	2	3	4	5	6	7
1	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Очистити і помити трактор	0	1	0,38
	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		0	1	0,85
2	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити натяг паса привода генератора, вентилятора	1	3	0,04
3	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити натяг пасів привода вентилятора	1	3	0,02
4	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити натяг паса привода генератора	2	3	0,02
5	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити натяг паса привода компресора	1	3	0,02
6	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати натяг паса привода генератора, вентилятора	1	2	0,1
7	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати натяг паса привода вентилятора	1	2	0,1
8	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати натяг паса привода генератора	1	2	0,1
9	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати натяг паса привода компресора	1	2	0,2
10	0,9	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити зазори між клапанами і коромислами двигуна	1	4	0,08
	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		1	4	0,13
11	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити зазори між клапанами і коромислами двигуна	2	4	0,13
12	0,9	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати зазори між клапанами і коромислами двигуна	1	2	0,2
	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		1	2	0,23
13	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати зазори між клапанами і коромислами двигуна	2	2	0,23
14	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити муфту зчеплення	6	2	0,2
15	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати муфту щеплення	6	2	0,05
16	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити зазор між стаканом підшипника вимикання і упорним кільцем відтискних важелів муфти щеплення	9	2	0,12
17	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати зазор між стаканом підшипника вимикання і упорним кільцем відтискних важелів муфти щеплення	9	2	0,18
18	4	2,3	Перевірити гальмо вала муфти щеплення	9	2	0,04
19	4	2,3	Відрегулювати гальмо вала муфти щеплення	9	2	0,09
20	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити сервомеханізм привода вимикання муфти щеплення	1	2	0,1
21	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати сервомеханізм привода вимикання муфти щеплення	1	2	0,34
22	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити сервомеханізм привода вимикання муфти щеплення	1	7	0,08

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
23	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити тиск повітря в шині	1	5	0,02
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		3	5	0,02
24	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити тиск повітря в шині	2	5	0,02
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		4	5	0,02
25	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити тиск повітря в шині	3	5	0,02
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		5	5	0,02
26	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити тиск повітря в шині	4	5	0,02
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		6	5	0,02
27	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати тиск повітря в шині	1	5	0,03
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		3	5	0,04
28	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати тиск повітря в шині	2	5	0,03
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		4	5	0,04
29	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати тиск повітря в шині	3	5	0,03
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		5	5	0,04
30	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати тиск повітря в шині	4	5	0,03
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		6	5	0,04
31	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити гальмо колеса і його привід	1	2	0,12
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		3	2	0,05
32	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити гальмо колеса і його привід	2	2	0,12
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		4	2	0,05
33	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити гальмо колеса і його привід	3	2	0,12
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		5	2	0,05
34	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити гальмо колеса і його привід	4	2	0,12
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		6	2	0,05
35	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати гальмо колеса та його привід	1	2	0,3
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		3	2	0,1
36	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати гальмо колеса та його привід	2	2	0,3
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		4	2	0,1
37	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати гальмо колеса та його привід	3	2	0,3
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		5	2	0,1
38	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати гальмо колеса та його привід	4	2	0,3
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		6	2	0,1
39	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Злити відстій з фільтра грубого очищення палива	2	8	0,02
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		1	8	0,02
40	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Промити корпус фільтра грубого очищення палива	2	6	0,12
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		1	6	0,15
41	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Замінити фільтруючий елемент фільтра грубої очистки палива	2	2	0,04
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		1	2	0,04
42	0,9	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Злити відстій з фільтра тонкого очищення палива	1	8	0,08
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		1	8	0,08
43	0,9	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Промити корпус фільтра тонкого очищення палива	1	6	0,2
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		1	6	0,2
44	0,9	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Замінити фільтруючий елемент фільтра тонкої очистки палива	1	2	0,08
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		1	2	0,08

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
45	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити паливну систему двигуна	2	11	0,6
	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		2	11	0,75
46	0,9	3	Перевірити рівень масла в коробці зміни передач	6	2	0,02
47	4	2		9	2	0,02
48	0,9	3	Долити масло в коробку зміни передач	6	7	0,04
	4	2		6	7	0,09
49	0,9	3	Перевірити рівень масла в корпусі приводу насосів гідросистем трактора	3	2	0,02
50	0,9	3	Долити масло в корпуси приводу насосів гідросистем трактора	3	7	0,04
51	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з корпусу приводу насоса гідросистеми трактора	3	8	0,1
52	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в корпус приводу насоса гідросистеми трактора	3	7	0,06
53	0,9	2,3	Перевірити рівень масла в корпусі механічного рульового керування	8	2	0,02
54	0,9	2,3	Долити масло в корпус механічного рульового керування	8	7	0,04
55	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з корпусу механічного рульового керування	8	8	0,06
56	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в корпус механічного рульового керування	8	7	0,02
57	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з гідросистеми коробки передач	9	8	0,23
58	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити заливний фільтр коробки передач	6	6	0,13
59	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити нагнітальний фільтр гідросистеми коробки передач	10	6	0,51
60	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити забірний фільтр гідросистеми коробки передач	6	6	0,54
61	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Заправити маслом гідросистему коробки передач	6	7	0,12
62	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити заливний фільтр бака гідросистеми навісного пристрою	7	6	0,3
63	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити рівень масла в баку гідросистеми системи навісного пристрою	7	2	0,02
64	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Долити масло в бак гідросистеми системи навісного пристрою	7	7	0,09
65	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити заливний фільтр бака гідросистеми кермового керування	5	6	0,3
66	4	2,3	Перевірити рівень масла в баку кермового керування	5	2	0,02
67	4	2,3	Долити масло в бак кермового керування	5	7	0,09
68	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з баку кермового керування	5	2	0,16
69	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в бак кермового керування	5	7	0,12
70	4	2,3	Перевірити рівень масла в редукторі вала відбору потужності	7	2	0,02
71	4	2,3	Долити масло в редуктор вала відбору потужності	7	7	0,05
72	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з редуктора вала відбору потужності	7	2	0,08
73	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в редуктор вала відбору потужності	7	7	0,05

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
74	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з піддона блок – картера двигуна	7	8	0,08
	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		9	8	0,23
75	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити масляну систему двигуна	2	10	0,6
	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		2	10	0,75
76	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в піддон блок - картера двигуна	2	7	0,04
	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		2	7	0,12
77	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Замінити фільтруючий елемент системи мащення двигуна	2	2	0,04
	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		2	2	0,04
78	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити кріплення маслозабірника, редуційного і запобіжного клапанів	9	2	0,15
79	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з картера паливного насосу	2	8	0,04
	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		2	8	0,12
80	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в паливний насос	2	7	0,02
	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		2	7	0,08
81	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити фільтр відцентрової очистки масла двигуна	2	6	0,22
82	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Промити фільтр турбокомпресора	1	6	0,19
83	4	2	Перевірити рівень масла у передньому ведучому мості	9	2	0,02
84	4	2	Долити масло в передній ведучий міст	9	7	0,09
85	4	2	Перевірити рівень масла у задньому ведучому мості	8	2	0,02
86	4	2	Долити масло в задній ведучий міст	8	7	0,09
87	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з переднього ведучого моста	9	8	0,26
88	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Заправити масло в передній ведучий міст	9	7	0,18
89	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з заднього ведучого моста	8	8	0,26
90	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Заправити масло в задній ведучий міст	8	7	0,18
91	0,9	2,3	Перевірити рівень масла в корпусі гідромеханізма	4	2	0,02
92	0,9	2,3	Долити масло в корпус гідромеханізма	4	7	0,04
93	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з корпусу гідромеханізма	4	8	0,12
94	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в корпус гідромеханізма	4	7	0,06
95	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Замінити фільтруючий елемент корпусу гідромеханізма	4	2	0,04
96	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з картера коробки передач	6	8	0,14
97	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в картер коробки передач	6	7	0,08
98	0,9	3	Перевірити рівень масла в картерах задніх бортових передач	6	2	0,02
99	0,9	3	Долити масло в картери задніх бортових передач	6	7	0,04
100	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з картера задніх бортових передач	6	8	0,08
101	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в картери задніх бортових передач	6	7	0,04
102	0,9	3	Перевірити рівень масла в картерах головної і конічної передач переднього ведучого моста	7	2	0,02
103	0,9	3	Долити масло в картерах головної і конічної передач переднього ведучого моста	7	7	0,04
104	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з картера головної і конічної передач переднього ведучого моста	7	8	0,08

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
105	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в картер головної і конічної передачі переднього ведучого моста	7	7	0,04
106	0,9	3	Перевірити рівень масла в картерах головної і конічної передач заднього ведучого моста	6	2	0,02
107	0,9	3	Долити масло в картерах головної і конічної передач заднього ведучого моста	6	7	0,04
108	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з картера головної і конічної передачі заднього ведучого моста	6	8	0,12
109	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Залити масло в картер головної і конічної передачі заднього ведучого моста	6	7	0,08
110	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити осьовий зазор підшипників передніх коліс	1	2	0,16
111	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати осьовий зазор підшипників передніх коліс	1	2	0,04
112	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити осьовий зазор підшипників передніх коліс	2	2	0,16
113	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати осьовий зазор підшипників передніх коліс	2	2	0,04
114	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити сходження передніх коліс	1	2	0,18
115	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати сходження передніх коліс	1	2	0,06
116	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити сходження передніх коліс	2	2	0,18
117	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати сходження передніх коліс	2	2	0,06
118	4	2	Перевірити рівень масла в колісному редукторі	3	2	0,02
119	4	2	Перевірити рівень масла в колісному редукторі	4	2	0,02
120	4	2	Перевірити рівень масла в колісному редукторі	5	2	0,02
121	4	2	Перевірити рівень масла в колісному редукторі	6	2	0,02
122	4	2	Долити масло в колісний редуктор	3	7	0,06
123	4	2	Долити масло в колісний редуктор	4	7	0,06
124	4	2	Долити масло в колісний редуктор	5	7	0,06
125	4	2	Долити масло в колісний редуктор	6	7	0,06
126	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з колісного редуктора	3	8	0,12
127	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з колісного редуктора	4	8	0,12
128	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з колісного редуктора	5	8	0,12
129	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Злити масло з колісного редуктора	6	8	0,12
130	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Заправити масло в колісний редуктор	3	7	0,08
131	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Заправити масло в колісний редуктор	4	7	0,08
132	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Заправити масло в колісний редуктор	5	7	0,08
133	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Заправити масло в колісний редуктор	6	7	0,08
134	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити підшипники колісного редуктора	3	2	0,24
135	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити підшипники колісного редуктора	4	2	0,24
136	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити підшипники колісного редуктора	5	2	0,24
137	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Перевірити підшипники колісного редуктора	6	2	0,24
138	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати підшипники колісного редуктора	3	2	1,1
139	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати підшипники колісного редуктора	4	2	1,1
140	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати підшипники колісного редуктора	5	2	1,1
141	4	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати підшипники колісного редуктора	6	2	1,1

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
142	0,9	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Очистити і протерти насухо верхню поверхню акумуляторної батареї	1	22	0,05
	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}		3	22	0,05
143	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Очистити і протерти насухо верхню поверхню акумуляторної батареї	4	22	0,05
144	0,9	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Перевірити рівень та густину електроліту і за необхідності долити дистильовану воду в акумуляторну батарею	1	15	0,06
	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}		3	15	0,06
145	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Перевірити рівень та густину електроліту і за необхідності долити дистильовану воду в акумуляторну батарею	4	15	0,06
146	0,9	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Очистити і змастити консистентною змазкою клеми і наконечники проводів та при необхідності їх підтягнути	1	22	0,04
	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}		3	22	0,04
147	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Очистити і змастити консистентною змазкою клеми і наконечники проводів та при необхідності їх підтягнути	4	22	0,04
148	0,9	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Підзарядити акумуляторну батарею	1	16	0,12
	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}		3	16	0,13
149	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Підзарядити акумуляторну батарею	4	16	0,13
150	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Спустити конденсат з повітряного балона пневмосистеми	3	2	0,02
151	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Спустити конденсат з повітряного балона пневмосистеми	4	2	0,02
152	4	2,3	Перевірити рівень охолоджувальної рідини в радіаторі	2	2	0,02
153	4	2,3	Долити охолоджувальну рідину в радіатор	2	2	0,08
154	4	3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Злити охолоджувальну рідину з системи охолодження двигуна	2	2	0,12
155	4	3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Промити і заправити рідиною систему охолодження двигуна	2	12	0,85
156	0,9	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Перевірити герметичність з'єднань повітроочисника і впускних трубопроводів двигуна	1	20	0,06
	4	2,3		2	20	0,06
157	0,9	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Очистити щілини і сітку передочисника і його внутрішню частину	1	5	0,06
	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}		2	5	0,06
158	0,9	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Очистити основний фільтр повітроочисника струшуванням і продуванням стисненим повітрям	1	5	0,22
	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}		2	5	0,22
159	4	3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Промити основний фільтр-патрон повітроочисника в мийному розчині	2	6	0,08
160	4	3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Очистити запобіжний фільтр-патрон повітроочисника струшуванням і продуванням стисненим повітрям	2	5	0,3
161	4	3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Промити запобіжний фільтр-патрон повітроочисника двигуна в мийному розчині	2	6	0,08
162	4	3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Очистити краплеуловлювач	10	13	0,87
163	4	2,3,3 ^{ПП} ,3 ^{КР}	Перевірити роботу і прочистити сопло розпилювача повітроочисника	2	5	0,2

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
164	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Злити відстій з бака повітроохолоджувача - нагрівача	10	8	0,04
165	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Залити в бак повітроохолоджувача - нагрівача воду	10	2	0,08
166	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Очистити фільтр повітроохолоджувача-нагрівача струшуванням і продуванням стиснутим повітрям	10	5	0,26
167	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити роботу і прочистити сопло розпилювача повітроохолоджувача - нагрівача	10	5	0,23
168	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити стояночне гальмо	10	4	0,06
169	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати стояночне гальмо	9	2	0,18
170	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити підшипники ведучих шестерень головної передачі переднього моста	9	4	0,52
171	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити підшипники ведучих шестерень головної передачі заднього моста	8	4	0,52
172	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати підшипники ведучих шестерень головної передачі переднього моста	9	2	1,28
173	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати підшипники ведучих шестерень головної передачі заднього моста	8	2	1,28
174	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити підшипники проміжної опори карданних приводів заднього моста	8	4	0,26
175	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати підшипники проміжної опори карданних приводів заднього моста	8	2	1,28
176	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Зняти регулятор тиску пневматичної системи	1	2	0,12
177	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Промити усі деталі регулятора тиску пневматичної системи	1	6	0,1
178	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити та відрегулювати регулятор тиску пневматичної системи	1	21	0,26
179	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Встановити регулятор тиску пневматичної системи	1	2	0,12
180	4	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити гальмівний кран пневматичної системи	3	2	0,13
181	4	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати та змастити тертьові деталі гальмівного крана пневматичної системи	3	2	1,53
182	4	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити запобіжний клапан пневматичної системи	4	2	0,04
183	4	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати запобіжний клапан пневматичної системи	4	2	0,13
184	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити вільний хід рульового колеса	8	4	0,05
	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		10	4	0,06
185	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Визначити зусилля на педалях управління та рульовому колесі	10	4	0,12
186	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати люфт рульового колеса	8	2	0,03
187	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Відрегулювати люфт рульового колеса і тяги зворотного зв'язку	10	2	0,22
188	0,9	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Зняти форсунки з дизеля	1	2	0,12
	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		1	2	0,12
189	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Зняти форсунки з дизеля	2	2	0,12
190	0,9	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і відрегулювати форсунки на тиск початку впорскування і якість розпилювання	11	18	0,54
	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		11	18	0,54

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
191	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Встановити форсунки на дизель	1	2	0,14
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		1	2	0,14
192	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Встановити форсунки на дизель	2	2	0,14
193	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Зняти паливний насос з дизеля	1	2	0,12
194	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Зняти паливний насос з дизеля	2	2	0,12
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		2	2	0,12
195	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Перевірити і відрегулювати паливний насос на стенді і кут випередження подачі палива на двигуні (перед встановленням заправити паливний насос маслом)	11	17	2,05
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		11	17	2,05
196	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Встановити паливний насос на дизель	2	2	0,15
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		1	2	0,15
197	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Встановити паливний насос на дизель	2	2	0,15
198	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Зняти реле-регулятор	1	2	0,12
199	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Відрегулювати реле-регулятор	12	19	0,32
200	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Встановити реле-регулятор	1	2	0,14
201	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Зняти електростартер	1	2	0,15
	4	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		1	2	0,15
202	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Провести обслуговування електростартера	12	19	0,47
	4	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		12	19	0,47
203	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Встановити електростартер	1	2	0,15
	4	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		1	2	0,15
204	0,9	2,3	Прочистити отвори в кришках генератора	1	2	0,12
	4	2,3		2	2	0,12
205	0,9	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Зняти генератор	1	2	0,12
	4	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		2	2	0,12
206	0,9	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Провести обслуговування генератора	12	19	0,42
	4	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		12	19	0,42
207	0,9	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Встановити генератор	1	2	0,12
	4	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		2	2	0,12
208	0,9	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Перевірити стан електропроводки і за ізолювати пошкоджені місця	1	22	0,12
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		1	22	0,12
209	0,9	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Перевірити стан електропроводки і за ізолювати пошкоджені місця	2	22	0,12
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		2	22	0,12
210	0,9	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Перевірити стан електропроводки і за ізолювати пошкоджені місця	8	22	0,12
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		10	22	0,12
211	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити сапуни головної і кінцевої передач переднього моста	7	6	0,1
212	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити сапуни коробки передач	8	6	0,1
213	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити сапуни корпусу гідромеханізма	4	6	0,1
214	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити сапуни корпусу приводу насоса гідросистеми	3	6	0,1
215	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити сапуни всіх агрегатів	1	6	0,1
216	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити сапуни всіх агрегатів	2	6	0,1
217	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити сапуни всіх агрегатів	7	6	0,1
218	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити сапуни всіх агрегатів	8	6	0,1

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
219	4	3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Промити сапуни всіх агрегатів	9	6	0,1
220	4	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Замінити мастило в підшипниках водяного насоса	1	7	0,2
221	4	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Замінити сальник з боку крильчатки водяного насоса	1	2	0,15
222	0,9	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити кріплення повітровсмоктуючих і вихлопних труб	1	9	0,08
223	0,9	3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити кріплення вказівника і датчика температури головки циліндра двигуна	2	9	0,06
224	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення двигуна	7	9	0,06
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		9	9	0,06
225	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення кабіни	7	9	0,06
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		9	9	0,05
226	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення нижнього і верхнього валів начіпного пристрою	5	9	0,08
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		7	9	0,06
227	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення коробки передач	6	9	0,06
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		9	9	0,04
228	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення кінцевої передачі	6	9	0,05
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		9	9	0,04
229	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення кінцевої передачі	8	9	0,04
230	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення болтів карданного вала	9	9	0,07
231	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення болтів карданного вала	8	9	0,07
232	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення рами	6	9	0,04
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		9	9	0,07
233	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення рами	7	9	0,04
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		8	9	0,07
234	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення постановочного корпуса муфти сцеплення	6	9	0,04
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		9	9	0,06
235	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення пальців гідроциліндра	6	9	0,06
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		9	9	0,04
236	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення механізму рульового керування	6	9	0,08
	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}		9	9	0,05
237	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення стрем'янок ресор	8	9	0,06
238	4	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Перевірити і у разі необхідності підтягнути кріплення стрем'янок ресор	9	9	0,06
239	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Змастити підшипники проушин гідроциліндрів рульового керування	1	7	0,06
240	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Змастити підшипники проушин гідроциліндрів рульового керування	2	7	0,06
241	0,9	2,3,3 ^{ІП} ,3 ^{КР}	Змастити підшипники ступиці колеса переднього моста	1	7	0,06

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
242	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити підшипники ступиці колеса переднього моста	2	7	0,06
243	0,9	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити підшипники шарнірів кермової колонки	8	7	0,08
244	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити поворотні кулаки переднього моста	1	7	0,07
245	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити поворотні кулаки переднього моста	2	7	0,07
246	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шарніри повздовжньої рульової тяги	1	7	0,04
247	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шарніри повздовжньої рульової тяги	2	7	0,04
248	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шарові шарніри поперечної рульової тяги	1	7	0,04
249	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шарові шарніри поперечної рульової тяги	2	7	0,04
250	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити підймальний вал навісного пристрою	5	7	0,1
251	0,9	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити вижимний підшипник муфти зчеплення	7	7	0,08
252	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шліцьові з'єднання карданного вала	9	7	0,04
253	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шліцьові з'єднання карданного вала	8	7	0,04
254	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити тягово-зчіпний пристрій	7	7	0,04
255	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити хрестовини карданних передач	8	7	0,04
256	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити проміжну опору кардана переднього моста	9	7	0,04
257	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити проміжну опору приводу редуктора ВВП	7	7	0,04
258	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити проміжну опору приводу заднього моста	8	7	0,04
259	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шарніри рами	9	7	0,04
260	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити підшипники хрестовин карданних валів	8	7	0,04
261	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити хрестовину вала рульової колонки	9	7	0,04
262	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити гідроамортизатори переднього моста	9	7	0,04
263	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити підшипники вала і механізму вимикання муфти зчеплення	9	7	0,12
264	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шарніри циліндрів і тягу зворотного зв'язку кермового керування	9	7	0,08
265	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити шліцьові з'єднання карданного вала редуктора ВВП	8	7	0,04
266	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити верхню вісь і цапфи центральної тяги навісного пристрою	7	7	0,06
267	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити вал розтискного кулака і регульовального важеля гальма колеса	3	7	0,04
268	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити вал розтискного кулака і регульовального важеля гальма колеса	4	7	0,04
269	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити вал розтискного кулака і регульовального важеля гальма колеса	5	7	0,04
270	4	2,3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити вал розтискного кулака і регульовального важеля гальма колеса	6	7	0,04
271	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити гнучкий вал тахоспідометра	1	7	0,14
272	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Змастити наконечник тяг склоочисника	1	7	0,12
273	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Опитати тракториста про роботу механізмів і систем	1	2	0,06
	4	3 ^{КР}		1	2	0,06
274	0,9	3 ^{ПР} ,3 ^{КР}	Протестувати систему мащення двигуна	2	25	0,14
	4	3,3 ^{ПР} ,3 ^{КР}		2	25	0,14

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
275	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Протестувати гідросистему коробки передач	2	25	0,14
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		2	25	0,14
276	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Протестувати паливний насос	1	24	0,12
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		1	24	0,12
277	0,9	3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Протестувати вакуумний насос	2	24	0,12
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		2	24	0,12
278	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Перевірити та відрегулювати систему освітлення	8	13	0,16
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		2	13	0,18
279	0,9	3 ^{КР}	Заміряти димність відпрацьованих газів	2	14	0,11
	4	3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		2	14	0,11
280	0,9	3 ^{КР}	Визначити загальний стан кривошипно - шатунного механізму за стуками і шумом у зоні підшипників колінчастого вала і верхніх головок шатунів	1	23	0,1
	4	3 ^{КР}		1	23	0,1
281	0,9	3 ^{КР}	Визначити загальний стан кривошипно - шатунного механізму за стуками і шумом у зоні підшипників колінчастого вала і верхніх головок шатунів	2	23	0,1
	4	3 ^{КР}		2	23	0,1
282	0,9	3 ^{КР}	Визначити загальний стан циліндро - поршневої групи за стуками і шумом у зоні поршнів і кілець	1	23	0,09
	4	3 ^{КР}		1	23	0,09
283	0,9	3 ^{КР}	Визначити загальний стан циліндро - поршневої групи за стуками і шумом у зоні поршнів і кілець	2	23	0,09
	4	3 ^{КР}		2	23	0,09
284	0,9	3 ^{КР}	Визначити загальний стан циліндро - поршневої групи за кількістю газів, що прориваються в картер	1	26	0,12
	4	3 ^{КР}		1	26	0,12
285	0,9	3 ^{КР}	Визначити загальний стан циліндро - поршневої групи за кількістю газів, що прориваються в картер	2	26	0,12
	4	3 ^{КР}		2	26	0,12
286	0,9	3 ^{КР}	Перевірити спрацювання передавальних механізмів ведучих мостів за сумарним боковим зазором у кінематичному ланцюзі	8	2	0,37
	4	3 ^{КР}		8	2	0,37
287	0,9	3 ^{КР}	Перевірити спрацювання передавальних механізмів ведучих мостів за сумарним боковим зазором у кінематичному ланцюзі	9	2	0,37
	4	3 ^{КР}		9	2	0,37
288	0,9	3 ^{КР}	Перевірити стан гідропідсилювача рульового керування	2	21	0,59
	4	3 ^{КР}		2	21	0,59
289	0,9	3 ^{КР}	Перевірити загальний стан агрегатів гідравлічної системи навісного пристрою	7	2	0,75
	4	3 ^{КР}		7	2	0,75
290	0,9	3 ^{КР}	Визначити потужність і годинну витрату палива двигуна	2	27	0,44
	4	3 ^{КР}		2	27	0,44
291	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Злити відстій з паливного бака	7	2	0,02
	4	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		7	2	0,06
292	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Промити кришку і заливний фільтр паливного бака	2	6	0,08
	4	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		7	6	0,22
293	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Заправити відстояним і відфільтрованим паливом бак трактора	2	2	0,1
	4	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		7	2	0,19
294	0,9	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}	Проконтролювати роботоздатність двигуна, органів керування, систем освітлення і сигналізації, склоочисника і гальм	8	2	0,15
	4	2,3,3 ^{ІР} ,3 ^{КР}		10	2	0,17

Продовження додатку Б

Примітка (умовні позначення типу обладнання та інструменту):

r=1 – Мийка струменева високого тиску Karcher K5 Compact Car; r=2 – Професійний набір інструменту Intertool ET-7176; r=3 – Пристрій для визначення натягу пасів 1424 JTC; r=4 – Набір вимірювальних приспособлень TOPTUL ICBA1026; r=5 – Компресорна установка з пристроєм для вимірювання тиску ВКП LB440 10–100; r=6 – Пересувна мийка для деталей Flexbimes 5903; r=7 – Універсальний маслороздавальний пристрій С 230; r=8 – Універсальний пристрій для зливу і відсмоктування масла UZM8097; r=9 – Набір пневмоінструмента ST-5500S; r=10 – Пристрій для промивання масляної системи двигуна Impact-430; r=11 – Пристрій для промивання паливної системи Impact-700; r=12 – Пристрій для промивання системи охолодження і заміни охолоджувальної рідини КС-121; r=13 – Пристрій для регулювання фар TECO HL-185; r=14 – Динамометр МЕТА-01МП 02; r=15 – Тестер акумуляторних батарей TRISCO R-510; r=16 – Пуско – зарядний пристрій DECA CLASS 150A; r=17 – Стенд для випробування і регулювання паливної апаратури дизельних двигунів СДМ-8-3,7; r=18 – Пристрій для перевірки та регулювання форсунок 906 N; r=19 – Стенд для перевірки та регулювання електрообладнання СКИФ-1-03; r=20 – Пристрій для перевірки герметичності агрегатів TJG A4571; r=21 – Стенд для випробування і регулювання гідроагрегатів КИ-28097М; r=22 – Набір інструменту електрика Pro'sKit 1PK-1990B; r=23 – Стетоскоп електронний 1426 JTC; r=24 – Тестер вакуумного і паливного насоса TJG A1223; r=25 – Тестер тиску масла в двигуні і КПП TJG A1234; r=26 – Газоаналізатори Инфракар М-2Т.0; r=27 – Дизель-тестер МТ10Д ПЛЮС К.

ПРИКЛАДИ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ ВИБОРУ РЕМОНТНО – ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ ХТЗ

Таблиця В.1 - Параметри стендів для випробування і регулювання гідроустаткування

№ п/п	Параметри	КИ-28097М	КИ-28097М1	КИ-28097-01М	КИ-28097-02М	КИ-28097-03М
1	Тип	стац.	стац.	стац.	стац.	стац.
2	Робочий тиск, МПа	17,5	0...35	35	17,5	20
3	Тиск відкриття запобіжного клапана, МПа	23	23	38	23	11
4	Діапазон витрати робочої рідини, л/хв.	8-250	8-250	8-250	8-250	11-276
5	Межа допустимої відносної похибки при вимірюванні об'ємної подачі, %	±5	±5	±5	±5	±5
6	Частота обертання вала, об/хв.	1470	1460	1470	1470	1470
7	Частота обертання вала приводу насоса, об/хв.	1245±20	1245±18	1245±18	1245±18	1245±19
8	Номінальна температура робочої рідини, °С	50±5	50±5	50±5	50±5	50±5
9	Кількість рідини, необхідної для роботи стенда, л	90	90	90	90	90
10	Живлення від сітки перемінного току, В	380	380	380	380	380
11	Потужність приводу, кВт	30	30	30-45	30	45
12	Габаритні розміри, мм	1630x875x1650	2940x875x1650	2940x875x1650	1650x875x2600	1630x875x1650
13	Маса, кг	830	870	910	800	800
14	Тип приводу	клинопасовий	клинопасовий	клинопасовий	клинопасовий	клинопасовий
15	Ціна, грн.	226800	247800	276815	273350	319550

Продовження додатку В

Таблиця В.2 - Кваліфікаційна оцінка технічного рівня стендів для випробування і регулювання гідроустаткування

№ п/п	Параметри	Значення відносних показників якості для стендів				
		КИ-28097М	КИ-28097М1	КИ-28097-01М	КИ-28097-02М	КИ-28097-03М
1	2	3	4	5	6	7
1. Призначення						
1	Робочий тиск, МПа	0,5	1	1	0,5	0,571
2	Тиск відкриття запобіжного клапана, МПа	0,605	0,605	1	0,605	0,289
3	Діапазон витрати робочої рідини, л/хв.	1	1	1	1	0,906
4	Межа допустимої відносної похибки при вимірюванні об'ємної подачі, %	1	1	1	1	1
5	Частота обертання вала, об/хв.	1	0,993	1	1	1
6	Частота обертання вала приводу насоса, об/хв.	0,9	1	1	1	0,947
8	Кількість рідини, необхідної для роботи стенда, л	1	1	1	1	1
9	Живлення від сітки перемінного току, В	1	1	1	1	1
10	Габаритні розміри, мм					
11	a	1	0,554	0,554	0,988	1
12	b	1	1	1	1	1
13	h	1	1	1	0,635	1
14	Маса, кг	0,964	0,92	0,879	1	1
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,784	0,791	0,817	0,766	0,765
2. Економічного використання палива, енергії та матеріалів						
15	Потужність приводу, кВт	1	1	0,667	1	0,667
16	Питома площа, м ²	1	0,554	0,554	0,988	1
17	Ціна, грн.	1	0,915	0,819	0,83	0,71
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	1	0,823	0,68	0,939	0,792
3. Надійність						
18	Термін гарантії з початку експлуатації, міс.	1	1	1	1	1
19	Середній час усунення відмови, год.	1	1	1	1	1
20	Повний термін служби, років	0,875	0,875	1	1	
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,958	0,958	1	1	0,667
	Коефіцієнт технічного рівня для виробу	0,914	0,857	0,832	0,902	0,741

Таблиця В.3 - Параметри стендів для діагностики технічного стану електроустаткування

№ п/п	Параметри	Э-250	Э-250-02	Э-250-04	СКИФ-1-01	СКИФ-1-02	СКИФ-1-03
1	Тип	стац.	стац.	стац.	наст.	наст.	наст.
2	Частота обертання, об/хв.	0-10000	0-10000	0-10000	0-8000	0-8000	0-8000
3	Сила постійного току, А	0-5, 0-150, 0-500, 0-1000	0-5, 0-150, 0-500, 0-1000	0-5, 0-150, 0-500, 0-1000	0-200	0-200	0-200
4	Напруга постійного і перемінного току, В	0-2, 0-20, 0-40	0-2, 0-20, 0-40	0-2, 0-20, 0-40	0-20, 0-200	0-20, 0-200	0-20, 0-200
5	Крутний момент, Нм	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100
6	Опір постійному току, Ом	0-100, 0-100000	0-100, 0-100000	0-100, 0-100000	0-2, 0-20, 0-200, 0-2000	0-2, 0-20, 0-200, 0-2000	0-2, 0-20, 0-200, 0-2000
7	Час встановлення робочого режиму, хв.	15	15	15	10	10	10
8	Час неприривної роботи, год.	8	8	8	5	5	5
9	Середнє напрацювання на відмову, год.	1000	1000	1000	800	800	800
10	Номінальна напруга перевіряючого обладнання, В	12/24	12/24	12/24	12/24	12/24	12/24
11	Живлення від сітки перемінного току, В	220/380	220/380	220/380	380	380	380
12	Максимальна потужність, кВт	9	20	20	2,5	4,2	2,2
13	Габаритні розміри, мм	1200x850x1600	1200x850x1600	1200x850x1600	570x600x450	565x750x525	565x750x525
14	Маса, кг	400	400	400	50	50	30
15	Ціна, грн.	74130	95070,5	63000	21700	22715	14700

Продовження додатку В

Таблиця В.4 - Кваліфікаційна оцінка технічного рівня стендів для діагностики технічного стану електроустаткування

№ п/п	Параметри	Значення відносних показників якості для стендів					
		Э-250	Э-250-02	Э-250-04	СКИФ-1-01	СКИФ-1-02	СКИФ-1-03
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Призначення							
1	Частота обертання, об/хв.	1	1	1	0,08	0,08	0,08
2	Сила постійного току, А	1	1	1	0,2	0,2	0,2
3	Напруга постійного і перемінного току, В	1	1	1	0,2	0,2	0,2
4	Крутний момент, Нм	1	1	1	1	1	1
5	Опір постійному току, Ом	1	1	1	0,02	0,02	0,02
6	Час встановлення робочого режиму, хв.	1	1	1	0,667	0,667	0,667
7	Час безперервної роботи, год.	1	1	1	0,625	0,625	0,625
8	Середнє напрацювання на відмову, год.	1	1	1	0,8	0,8	0,8
9	Номінальна напруга перевіряючого обладнання, В	1	1	1	1	1	1
10	Живлення від сітки перемінного току, В	1	1	1	1	1	1
	Габаритні розміри, мм						
11	a	0,471	0,471	0,471	0,991	1	1
12	b	0,706	0,706	0,706	1	0,8	0,8
13	h	0,281	0,281	0,281	1	0,857	0,857
14	Маса, кг	0,075	0,075	0,075	0,6	0,6	1
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,824	0,824	0,824	0,656	0,632	0,661
2. Економічного використання палива, енергії та матеріалів							
15	Потужність приводу, кВт	0,244	0,11	0,11	0,88	0,524	1
16	Питома площа, м ²	0,335	0,335	0,335	1	0,8	0,8
17	Ціна, грн.	0,198	0,155	0,233	0,677	0,647	1
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,259	0,2	0,226	0,852	0,657	0,933
3. Надійність							
18	Термін гарантії з початку експлуатації, міс.	1	1	1	1	1	1
19	Середній час усунення відмови, год.	1	1	1	0,8	0,8	0,8
20	Повний термін служби, років	1	1	1	0,8	0,8	0,8
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	1	1	1	0,867	0,867	0,867
	Коефіцієнт технічного рівня для виробу	0,694	0,675	0,683	0,792	0,719	0,82

Таблиця В.5 - Параметри стендів для випробування і регулювання дизельних форсунок

№ п/п	Параметри	ТА-600	ТА-601	М-106	М-106Э	М-107	М-107Э	М-107-СR	М-107-Э-СR	ДД-2110	ДД-2110П	906 N	P-26.33
1	Тип	наст.	наст.	наст.	наст.	наст.	наст.	наст.	наст.	наст.	наст.	наст.	наст.
2	Величина вимірювального тиску, МПа	0-60	0-60	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-60	0-60	0-40
3	Номінальна подача палива, мм ³ /цикл	1800	1800	1200	800	1200	1200	1200	1200	1800	1800	1800	1800
4	Габаритні розміри, мм	330x450 x370	300x450 x380	300x330 x330	325x325 x300	480x456 x716	480x456 x716	480x456 x716	480x456 x716	485x380 x425	485x380 x425	410x100 x220	480x170 x380
5	Маса, кг	4,5	4,5	15	20	25	25	25	25	30	30	4,5	5
6	Тип приводу	ручний	ручний	ручний	ручний	ручний	ручний	ручний	ручний	ручний	ручний	ручний	ручний
7	Ціна, грн.	3675	3500	6825	12600	10500	14350	22750	26250	8050	8750	8750	14350

Таблиця В.6 - Кваліфікаційна оцінка технічного рівня стендів для випробування і регулювання дизельних форсунок

№ п/п	Параметри	Значення відносних показників якості для стендів											
		ТА-600	ТА-601	М-106	М-106Э	М-107	М-107Э	М-107-СR	М-107-Э-СR	ДД-2110	ДД-2110П	906 N	Р-26.33
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Призначення													
1	Величина вимірювального тиску, МПа	1	1	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	1	1	0,667
2	Номінальна подача палива, мм ³ /цикл	1	1	0,667	0,444	0,667	0,667	0,667	0,667	1	1	1	1
	Габаритні розміри, мм												
3	a	0,909	1	1	0,923	0,625	0,625	0,625	0,625	0,619	0,619	0,732	0,625
4	b	0,222	0,222	0,303	0,308	0,219	0,219	0,219	0,219	0,263	0,263	1	0,588
5	h	0,595	0,579	0,667	0,733	0,307	0,307	0,307	0,307	0,518	0,518	1	0,579
6	Маса, кг	1	1	0,3	0,225	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15	0,15	1	0,9
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,788	0,8	0,601	0,55	0,444	0,444	0,444	0,444	0,536	0,592	0,955	0,727
2. Економічного використання палива, енергії та матеріалів													
7	Питома площа, м ²	0,276	0,304	0,414	0,388	0,187	0,187	0,187	0,187	0,222	0,443	1	0,502
8	Ціна, грн.	0,952	1	0,513	0,278	0,333	0,244	0,154	0,133	0,435	0,4	0,4	0,244
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,614	0,652	0,464	0,333	0,26	0,216	0,171	0,16	0,329	0,422	0,7	0,373
3. Надійність													
9	Термін гарантії з початку експлуатації, міс.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Середній час усунення відмови, год.	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1
11	Повний термін служби, років	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8	1	1
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	1	1	0,933	0,933	0,933	0,933	0,933	0,933	0,867	0,867	1	1
	Коефіцієнт технічного рівня для виробу	0,801	0,817	0,666	0,605	0,546	0,531	0,516	0,512	0,577	0,627	0,885	0,7

Таблиця В.7 - Параметри професійних мийок високого тиску

№ п/п	Параметри	ELITE 1910M	ELITE 2840 T	ELITE DSHL 1910 M	ELITE DSHH 2840 T	ROYAL PRESS DSPL 3060 T	MITHO 1501 M	MITHO PLUS 1802 M II	MITHO PLUS 2202 M II	SIBI MAX 5160 T	GOLDEN JET DS 2650 T
1	Робочий тиск, бар	30 ÷130	30 ÷190	30 ÷130	30 ÷190	30 ÷215	30 ÷100	30 ÷120	30 ÷140	30 ÷350	30 ÷180
2	Розхід, л/год.	300÷600	390÷780	300÷600	390÷780	475÷960	240÷500	240÷500	240÷500	450÷900	420÷840
3	Температура води на виході, °С	50	50	50	50	50	90	90	90	50	140
4	Споживча потужність, Вт	3000	3000	3000	5300	7000	2000	2200	2700	12000	6000
5	Бак для миючої рідини, л	7,5	7,5	7,5	7,5	5	5	5	5	15	10
6	Довжина шланга високого тиску, м	10	10	10	10	10	8	8	8	10	10
7	Електричний кабель, м	4,5	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	6	6
8	Габаритні розміри, мм	740x430x8 10	740x430x8 10	740x430x8 10	740x430x8 10	770x510x8 70	600x400x6 80	680x500x7 30	680x500x7 30	1090x680x 890	1000x640x 870
9	Маса, кг	44	44	44	44	67	52	57	57	100	100
10	Ціна, грн.	12180	12180	12460	12915	19635	17500	19985	19915	29750	30275

Таблиця В.8 - Кваліфікаційна оцінка технічного рівня професійних мийок високого тиску

№ п/п	Параметри	Значення відносних показників якості для стендів									
		ELITE 1910M	ELITE 2840 T	ELITE DSHL 1910 M	ELITE DSHH 2840 T	ROYAL PRESS DSPL 3060 T	MITHO 1501 M	MITHO PLUS 1802 M II	MITHO PLUS 2202 M II	SIBI MAX 5160 T	GOLDEN JET DS 2650 T
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Призначення											
1	Робочий тиск, бар	0,371	0,543	0,371	0,543	0,614	0,286	0,343	0,4	1	0,514
2	Розхід, л/год.	0,833	0,641	0,833	0,641	0,521	1	1	1	0,556	0,595
3	Температура води на виході, °C	0,357	0,357	0,357	0,357	0,357	0,643	0,643	0,643	0,357	1
4	Бак для миючої рідини, л	0,5	0,5	0,5	0,5	0,333	0,333	0,333	0,333	1	0,667
5	Довжина шланга високого тиску, м	1	1	1	1	1	0,8	0,8	0,8	1	1
6	Електричний кабель, м	0,75	0,75	0,75	0,75	1	1	1	1	1	1
	Габаритні розміри, мм										
7	a	0,811	0,811	0,811	0,811	0,779	1	0,882	0,882	0,55	0,6
8	b	0,93	0,93	0,93	0,93	0,784	1	0,8	0,8	0,588	0,625
9	h	0,84	0,84	0,84	0,84	0,782	1	0,932	0,932	0,764	0,782
10	Маса, кг	1	1	1	1	0,657	0,846	0,772	0,772	0,44	0,44
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,739	0,737	0,739	0,737	0,683	0,791	0,751	0,756	0,726	0,722
2. Економічного використання палива, енергії та матеріалів											
11	Споживча потужність, Вт	0,667	0,667	0,667	0,377	0,286	1	0,909	0,741	0,167	0,333
12	Питома площа, м ²	0,754	0,754	0,754	0,754	0,611	1	0,706	0,706	0,324	0,375
13	Ціна, грн.	1	1	0,978	0,943	0,62	0,696	0,609	0,612	0,409	0,402
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,807	0,807	0,8	0,691	0,506	0,899	0,741	0,686	0,3	0,37
	Коефіцієнт технічного рівня для виробу	0,773	0,772	0,77	0,714	0,595	0,845	0,746	0,721	0,513	0,546

Таблиця В.9 - Параметри пристроїв для вимірювання димності відпрацьованих газів

Параметри	Инфракар Д 1-3.01	Инфракар Д 1-3.01 ЛТК	Инфракар Д 1-3.02	Инфракар Д 1-3.02 ЛТК	Инфракар Д 1.01 ЛТК	Инфракар Д 1.02 ЛТК	МЕТА-01МП 0.1	МЕТА-01МП 02
Ефективна оптична база (L), м.	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Натуральний показник ослаблення світлового потоку (K), 1/м.	0→∞	0→∞	0→∞	0→∞	0→∞	0→∞	0→∞	0→∞
Межа допустимої абсолютної похибки, 1/м при K=1,6...1,8 1/м.	±0,05	±0,05	±0,05	±0,05	±0,05	±0,05	±0,05	±0,05
Коефіцієнт ослаблення світлового потоку (N), %	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100	0-100
Межа допустимої основної приведенної похибки	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1
Час прогрівання робочої камери - не більше 10 хв.	10	10	10	10	10	10	10	10
Час спрацювання – не більше 1,5 сек.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Напруга живлення – 12/220 В.	12/220	12/220	12/220	12/220	12/220	12/220	12	12
Температура навколишнього середовища – 0...35°С.	0...35°	0...35°	0...35°	0...35°	0...35°	0...35°	0...35°	0...35°
Споживча потужність в режимі вимірювання - не більше Вт.	40	40	40	40	40	40	5	5
Автовимкнення проби при налаштуванні нуля (Модифікації з індексом «ЛТК»)	ні	так	ні	так	так	так	так	так
Наявність вмонтованого тахометра і каналу вимірювання температури масла	так	так	так	так	ні	ні	ні	ні
Наявність вмонтованого принтера (Модифікації з індексом «02»)	ні	ні	так	так	ні	так	ні	так
Середній термін експлуатації не менше, років	10	10	10	10	10	10	8	8
Середнє напрацювання на відмову не менше, годин	10000	10000	10000	10000	10000	10000	8000	8000
Габаритні розміри, мм	355x220x2 20	355x220x2 20	355x220x2 20	355x220x2 20	355x220x2 20	355x220x2 20	220x75x 40	220x75x 40
Маса не більше, кг	6	6	6	6	6	6	1,5	1,5

Продовження додатку В

Таблиця В.10 - Кваліфікаційна оцінка технічного рівня пристроїв для вимірювання димності відпрацьованих газів

№ п/п	Параметри	Значення відносних показників якості для стендів							
		Инфрака р Д 1 - 3.01	Инфрака р Д 1 - 3.01 ЛТК	Инфрака р Д 1 - 3.02	Инфрака р Д 1 - 3.02 ЛТК	Инфрака р Д 1.01 ЛТК	Инфрака р Д 1.02 ЛТК	МЕТА- 01МП 0.1	МЕТА- 01МП 02
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Призначення									
1	Ефективна оптична база (L), м.	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Натуральний показник ослаблення світлового потоку (K), 1/м.	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Межа допустимої абсолютної похибки, 1/м при K=1,6...1,8 1/м.	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Коефіцієнт ослаблення світлового потоку (N), %	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Межа допустимої основної приведеної похибки	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Час прогрівання робочої камери - не більше 10 хв.	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Час спрацювання – не більше 1,5 сек.	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Напруга живлення – 12/220 В.	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5
9	Температура навколишнього середовища – 0...35°C.	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Автовимкнення проби при налаштуванні нуля (Модифікації з індексом «ЛТК»)	0	1	0	1	1	1	0	1
11	Наявність вмонтованого тахометра і каналу вимірювання температури масла	1	1	1	1	0	0	0	0
12	Наявність вмонтованого принтера (Модифікації з індексом «02»)	0	0	1	1	0	1	0	0
	Габаритні розміри, мм								
13	a	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	1	1
14	b	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341	1	1
15	h	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	1	1
16	Маса	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1	1
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,712	0,775	0,775	0,837	0,712	0,775	0,781	0,844
2. Економічного використання палива, енергії та матеріалів									
17	Споживча потужність в режимі вимірювання - не більше Вт.	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	1	1
18	Питома площа, м ²	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	1	1
19	Ціна, грн.	0,646	0,552	0,618	0,659	0,645	0,585	1	0,851
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	0,273	0,242	0,264	0,277	0,273	0,253	1	0,95
3. Надійність									
20	Термін гарантії з початку експлуатації, років	1	1	1	1	1	1	0,333	0,333
21	Середній термін експлуатації не менше, років	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8
22	Середнє напрацювання на відмову не менше, годин	1	1	1	1	1	1	0,8	0,8
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників	1	1	1	1	1	1	0,644	0,644
	Коефіцієнт технічного рівня для виробу	0,662	0,672	0,68	0,705	0,662	0,676	0,808	0,813

Продовження таблиці В.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16	Електроживлення через БП від мережі змінного струму	В	220±22	220±22	220±22	220±22	220±22	220±22	220±22	220±22	220±22	220±22	220±22
17	Електроживлення від мережі постійного струму (бортовій мережі автомобіля)	В	12,6±2	12,6±2	12,6±2	12,6±2	12,6±2	12,6±2	12,6±2	12,6±2	12,6±2	12,6±2	12,6±2
18	Споживча потужність, не більше	Вт	20	20	25	20	20	20	25	20	20	20	20
19	Діапазон робочих температур	°С	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40	0-40
20	Буквено-цифровий дисплей 2х16 знаків з під світлою	-	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2
21	Автоматична евакуація конденсату	-	ні	так	так	так	ні	так	так	так	так	так	так
22	Автоматичне вимкнення проби	-	ні	так	так	так	м	так	так	так	так	так	так
23	Автоматична корекція чутливості по опорному каналу 3,9 мКм	-	ні	так	так	так	ні	так	так	так	так	так	так
24	Вмонтований термопринтер	-	ні	ні	так	ні	ні	так	ні	так	м	так	так
25	Датчик компенсації змін атмосферного тиску	-	ні	ні	так	ні	ні	ні	ні	ні	так	ні	так
26	Порт RS-232	-	так	так	так	так	так	так	так	так	так	так	так
27	Робота з спеціалізованим ПО «АВТОТЕСТ»	-	так	так	так	так	так	так	так	так	так	так	так
28	Робота з ЛТК і мотортестерами	-	так	так	ні	так	так	так	так	так	так	так	так
29	Робота в складі ЛТК-МЕТА	-	ні	ні	так	так	ні	ні	ні	ні	ні	ні	так
30	Середній термін експлуатації не менше	років	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6
31	Середнє напрацювання на відмову не менше	год.	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
32	Габаритні розміри	мм	330x100x290	330x100x290	330x100x290	330x100x290	330x100x290	330x100x290	360x170x350	355x330x190	355x330x190	355x330x190	355x330x190
33	Маса не більше	кг	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,5	6	6	6	6
34	Ціна	грн.	9901,5	16864,75	18917,5	21775,25	18233,25	23546,25	21171,5	23331	25242	24832,5	26652,5

Продовження додатку В

Таблиця В.12 - Кваліфікаційна оцінка технічного рівня пристроїв для контролю токсичності відпрацьованих газів

№ п/п	Параметри	Од. вимір.	Значення відносних показників якості для стендів											
			АВТОТЕСТ-01.02М	АВТОТЕСТ-01.03М	АВТОТЕСТ-01.03П ЛІК	АВТОТЕСТ-01.04	АВТОТЕСТ-01.04М	АВТОТЕСТ-01.04П	АВТОТЕСТ-02.02	Инфракрас М-2Г.01	Инфракрас М-2Г.02	Инфракрас М-2.01	Инфракрас М-2.02	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1. Призначення														
1	Діапазон вимірювання вмісту вуглеводню СН	млн ⁻¹	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	1	1	1	1	1
2	Допустимі межі похибки СН. Абсолютна похибка	млн ⁻¹	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1	1	1
3	Допустимі межі похибки СН. Відносна похибка	%	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	1	1	1	1	1
4	Діапазон вимірювання вмісту оксиду вуглецю СО	%	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	1	1	1	1	1
5	Допустимі межі похибки СО. Абсолютна похибка	%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	1	1	1
6	Допустимі межі похибки СО. Відносна похибка	%	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	1	1	1	1	1
7	Діапазон вимірювання вмісту діоксиду вуглецю СО ₂	%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Допустимі межі похибки СО ₂ . Абсолютна похибка	%	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	1	1	1	1
9	Допустимі межі похибки СО ₂ . Відносна похибка	%	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	1	1	1	1	1
10	Діапазон вимірювання вмісту кисню О ₂	%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Діапазон вимірювання л-параметра	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1
12	Діапазон вимірювання частоти обертів	хв ⁻¹	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1	1	1	1
13	Витрата аналізованого газу не менше	л/год.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	Час встановлення показів не більше	сек.	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
15	Час встановлення робочого режиму не більше	хв.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Електроживлення через БП від мережі змінного струму	В	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	Електроживлення від мережі постійного струму (бортовій мережі автомобіля)	В	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	Діапазон робочих температур	С	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	Буквено-цифровий дисплей 2х16 знаків з під світкою	-	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1
20	Автоматична евакуація конденсату	-	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
21	Автоматичне вимкнення проби	-	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	Автоматична корекція чутливості по опорному каналу 3,9 мКм	-	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1

Продовження табл В.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
23	Вмонтований термопринтер	-	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
24	Датчик компенсації змін атмосферного тиску	-	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
25	Порт RS-232	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	Робота з спеціалізованим ПО «АВТОТЕСТ»	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	Робота з ЛТК і мотортестерами	-	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
28	Робота в складі ЛТК-МЕТА	-	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
	Габаритні розміри	мм											
29	a		1	1	1	1	1	1	0,917	0,93	0,93	0,93	0,93
30	b		1	1	1	1	1	1	0,588	0,303	0,303	0,303	0,303
31	h		0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,543	1	1	1	1
32	Маса	кг	1	1	1	1	1	1	0,818	0,75	0,75	0,75	0,75
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників		0,659	0,738	0,816	0,8	0,691	0,8	0,816	0,906	0,968	0,906	0,968
2. Економічного використання палива, енергії та матеріалів													
33	Споживча потужність, не більше	Вт	1	1	0,8	1	1	1	0,8	1	1	1	1
34	Питома площа	м ²	1	1	1	1	1	1	0,539	0,522	0,522	0,522	0,522
35	Ціна	грн.	1	0,587	0,523	0,455	0,543	0,421	0,468	0,424	0,392	0,399	0,372
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників		1	0,862	0,774	0,818	0,848	0,807	0,602	0,649	0,638	0,64	0,631
3. Надійність													
36	Термін гарантії з початку експлуатації	років	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	Середній термін експлуатації не менше	років	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	0,667	1	1	1	1
38	Середнє напрацювання на відмову не менше	год.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Коефіцієнт технічного рівня для групи показників		0,889	0,889	0,889	0,889	0,889	0,889	0,889	1	1	1	1
	Коефіцієнт технічного рівня для виробу		0,849	0,83	0,826	0,836	0,809	0,832	0,769	0,852	0,869	0,849	0,866

**ПРИКЛАДИ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРИЧНИХ РЯДІВ
ВИРОБНИЧИХ СТРУКТУР ПТО ТРАКТОРІВ ХТЗ**

Таблиця Г.1 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–2 трактора
ХТЗ–150К–09

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	Зпто, грн.	Спто, грн.	Зто, грн.	ΣЗ, грн.	Спит, грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	183	1	1	1	1	1	134707,03	736,11	2524951,65	2659658,68	14533,65
	341					2	182707,03	535,8	4704964,55	4887671,58	14333,35
	478					3	230707,03	482,66	6595228,9	6825935,93	14280,2
	596					4	278707,03	467,63	8223339,8	8502046,83	14265,18
	669					5	326707,03	488,36	9230560,95	9557267,98	14285,9
	674					6	374707,03	555,95	9299548,7	9674255,73	14353,5
2	183	4	2	2	1	1	143400,03	783,61	2524951,65	2668351,68	14581,16
	366					2	191400,03	522,96	5049903,3	5241303,33	14320,5
	550					3	239400,03	435,28	7588652,5	7828052,53	14232,82
	731					4	287400,03	393,17	10086009,05	10373409,08	14190,71
	884					5	335400,03	379,42	12197034,2	12532434,23	14176,96
	981					6	383400,03	390,83	13535396,55	13918796,58	14188,38
	1078					7	431400,03	400,19	14873758,9	15305158,93	14197,74
3	183	4	2	2	2	1	180181,09	984,6	2524951,65	2705132,74	14782,15
	373					2	228181,09	611,75	5146486,15	5374667,24	14409,3
	564					3	276181,09	489,69	7781818,2	8057999,29	14287,23
	755					4	324181,09	429,38	10417150,25	10741331,34	14226,93
	928					5	372181,09	401,06	12804126,4	13176307,49	14198,61
	1095					6	420181,09	383,73	15108317,25	15528498,34	14181,28
	1254					7	468181,09	373,36	17302127,7	17770308,79	14170,9
	1389					8	516181,09	371,63	19164796,95	19680978,04	14169,17
	1468					9	564181,09	384,32	20254803,4	20818984,49	14181,87
	1533					10	612181,09	399,34	21151644,15	21763825,24	14196,89
	1544					11	660181,09	427,58	21303417,2	21963598,29	14225,13
4	183	4	2	2	3	1	205857,79	1124,91	2524951,65	2730809,44	14922,46
	386					2	253857,79	657,67	5325854,3	5579712,09	14455,21
	575					3	301857,79	524,98	7933591,25	8235449,04	14322,52
	758					4	349857,79	461,56	10458542,9	10808400,69	14259,1
	945					5	397857,79	421,02	13038684,75	13436542,54	14218,56
	976					6	445857,79	456,83	13466408,8	13912266,59	14254,37
	1285					7	493857,79	384,33	17729851,75	18223709,54	14181,88
	1427					8	541857,79	379,72	19689103,85	20230961,64	14177,27
	1500					9	589857,79	393,24	20696325	21286182,79	14190,79
	1544					10	637857,79	413,13	21303417,2	21941274,99	14210,67
	1580					11	685857,79	434,09	21800129	22485986,79	14231,64
	1604					12	733857,79	457,52	22131270,2	22865127,99	14255,07
	1617					13	781857,79	483,53	22310638,35	23092496,14	14281,07
5	183	4	2	2	4	1	232592,48	1271	2524951,65	2757544,13	15068,55
	386					2	280592,48	726,93	5325854,3	5606446,78	14524,47
	576					3	328592,48	570,48	7947388,8	8275981,28	14368,02
	763					4	376592,48	493,57	10527530,65	10904123,13	14291,12
	949					5	424592,48	447,42	13093874,95	13518467,43	14244,96
	1125					6	472592,48	420,09	15522243,75	15994836,23	14217,63
	1293					7	520592,48	402,63	17840232,15	18360824,63	14200,17

Продовження додатку Г

Продовження табл. Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1437	4	2	2	4	8	568592,48	395,69	19827079,35	20395671,83	14193,23
	9					616592,48	408,34	20834300,5	21450892,98	14205,89	
	10					664592,48	423,85	21634558,4	22299150,88	14221,4	
	11					712592,48	447,61	21965699,6	22678292,08	14245,16	
	12					760592,48	470,38	22310638,35	23071230,83	14267,92	
	13					808592,48	496,38	22476208,95	23284801,43	14293,92	
	14					856592,48	517,27	22848742,8	23705335,28	14314,82	

Таблиця Г.2 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО-3 трактора ХТЗ-150К-09

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	Зпто, грн.	Спто, грн.	Зто, грн.	ΣЗ, грн.	Спит, грн.
		K _{p1}	K _{p6}	K _{p7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	79	1	1	1	1	1	227955,78	2885,52	1724618,19	1952573,97	24716,13
	154					2	275955,78	1791,93	3361913,94	3637869,72	23622,53
	224					3	323955,78	1446,24	4890056,64	5214012,42	23276,84
	289					4	371955,78	1287,05	6309046,29	6681002,07	23117,65
	349					5	419955,78	1203,32	7618882,89	8038838,67	23033,92
	383					6	467955,78	1221,82	8361123,63	8829079,41	23052,43
	396					7	515955,78	1302,92	8644921,56	9160877,34	23133,53
2	79	4	2	2	1	1	236648,78	2995,56	1724618,19	1961266,97	24826,16
	159					2	284648,78	1790,25	3471066,99	3755715,77	23620,85
	239					3	332648,78	1391,84	5217515,79	5550164,57	23222,45
	317					4	380648,78	1200,79	6920303,37	7300952,15	23031,39
	392					5	428648,78	1093,5	8557599,12	8986247,9	22924,1
	448					6	476648,78	1063,95	9780113,28	10256762,06	22894,56
	458					7	524648,78	1145,53	9998419,38	10523068,16	22976,13
3	79	4	2	2	2	1	273429,84	3461,14	1724618,19	1998048,03	25291,75
	160					2	321429,84	2008,94	3492897,6	3814327,44	23839,55
	241					3	369429,84	1532,91	5261177,01	5630606,85	23363,51
	322					4	417429,84	1296,37	7029456,42	7446886,26	23126,98
	401					5	465429,84	1160,68	8754074,61	9219504,45	22991,28
	476					6	513429,84	1078,64	10391370,36	10904800,2	22909,24
	552					7	561429,84	1017,09	12050496,72	12611926,56	22847,69
	623					8	609429,84	978,22	13600470,03	14209899,87	22808,83
	687					9	657429,84	956,96	14997629,07	15655058,91	22787,57
	736					10	705429,84	958,47	16067328,96	16772758,8	22789,07
	772					11	753429,84	975,95	16853230,92	17606660,76	22806,56
4	79	4	2	2	3	1	312341,63	3953,7	1724618,19	2036959,82	25784,3
	163					2	360341,63	2210,69	3558389,43	3918731,06	24041,29
	243					3	408341,63	1680,42	5304838,23	5713179,86	23511,03
	323					4	456341,63	1412,83	7051287,03	7507628,66	23243,43
	403					5	504341,63	1251,47	8797735,83	9302077,46	23082,08
	482					6	552341,63	1145,94	10522354,02	11074695,65	22976,55
	560					7	600341,63	1072,04	12225141,6	12825483,23	22902,65
	634					8	648341,63	1022,63	13840606,74	14488948,37	22853,23
	704					9	696341,63	989,13	15368749,44	16065091,07	22819,73
	772					10	744341,63	964,18	16853230,92	17597572,55	22794,78
	821					11	792341,63	965,1	17922930,81	18715272,44	22795,7
	877					12	840341,63	958,21	19145444,97	19985786,6	22788,81
	892					13	888341,63	995,9	19472904,12	20361245,75	22826,51
	903					14	936341,63	1036,93	19713040,83	20649382,46	22867,53
	932					15	984341,63	1056,17	20346128,52	21330470,15	22886,77
	940					16	1032341,63	1098,24	20520773,4	21553115,03	22928,85

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	79	4	2	2	4	1	325841,23	4124,58	1724618,19	2050459,42	25955,18
	163					2	373841,23	2293,51	3558389,43	3932230,66	24124,11
	244					3	421841,23	1728,86	5326668,84	5748510,07	23559,47
	324					4	469841,23	1450,13	7073117,64	7542958,87	23280,74
	405					5	517841,23	1278,63	8841397,05	9359238,28	23109,23
	484					6	565841,23	1169,1	10566015,24	11131856,47	22999,7
	564					7	613841,23	1088,38	12312464,04	12926305,27	22918,98
	638					8	661841,23	1037,37	13927929,18	14589770,41	22867,98
	713					9	709841,23	995,57	15565224,93	16275066,16	22826,18
	784					10	757841,23	966,64	17115198,24	17873039,47	22797,24
	851					11	805841,23	946,94	18577849,11	19383690,34	22777,54
	880					12	853841,23	970,28	19210936,8	20064778,03	22800,88
	920					13	901841,23	980,27	20084161,2	20986002,43	22810,87
	928					14	949841,23	1023,54	20258806,08	21208647,31	22854,15
	949					15	997841,23	1051,47	20717248,89	21715090,12	22882,08
	962					16	1045841,23	1087,16	21001046,82	22046888,05	22917,76

Таблиця Г.3 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–3^{ІР} трактора ХТЗ–150К–09

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	Зпто, грн.	Спто, грн.	Зто, грн.	ΣЗ, грн.	Спит, грн.
		K ₁	K ₆	K ₇							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	52	1	1	1	1	1	244697,28	4705,72	1493532,04	1738229,32	33427,49
	103					2	292697,28	2841,73	2958342,31	3251039,59	31563,49
	152					3	340697,28	2241,43	4365709,04	4706406,32	30963,2
	197					4	388697,28	1973,09	5658188,69	6046885,97	30694,85
	240					5	436697,28	1819,58	6893224,8	7329922,08	30541,34
	275					6	484697,28	1762,54	7898486,75	8383184,03	30484,31
	294					7	532697,28	1811,9	8444200,38	8976897,66	30533,67
	300					8	580697,28	1935,66	8616531	9197228,28	30657,43
2	52	4	2	2	1	1	253390,28	4872,89	1493532,04	1746922,32	33594,66
	105					2	301390,28	2870,39	3015785,85	3317176,13	31592,15
	158					3	349390,28	2211,34	4538039,66	4887429,94	30933,1
	211					4	397390,28	1883,37	6060293,47	6457683,75	30605,14
	264					5	445390,28	1687,09	7582547,28	8027937,56	30408,85
	305					6	493390,28	1617,68	8760139,85	9253530,13	30339,44
	326					7	541390,28	1660,71	9363297,02	9904687,3	30382,48
	334					8	589390,28	1764,65	9593071,18	10182461,46	30486,41
3	52	4	2	2	2	1	290171,34	5580,22	1493532,04	1783703,38	34301,99
	106					2	338171,34	3190,3	3044507,62	3382678,96	31912,07
	159					3	386171,34	2428,76	4566761,43	4952932,77	31150,52
	213					4	434171,34	2038,37	6117737,01	6551908,35	30760,13
	265					5	482171,34	1819,52	7611269,05	8093440,39	30541,28
	317					6	530171,34	1672,47	9104801,09	9634972,43	30394,23
	366					7	578171,34	1579,71	10512167,82	11090339,16	30301,47
	418					8	626171,34	1498,02	12005699,86	12631871,2	30219,79
	460					9	674171,34	1465,59	13212014,2	13886185,54	30187,36
	498					10	722171,34	1450,15	14303441,46	15025612,8	30171,91
	543					11	770171,34	1418,37	15595921,11	16366092,45	30140,13
	570					12	818171,34	1435,39	16371408,9	17189580,24	30157,16
	593					13	866171,34	1460,66	17032009,61	17898180,95	30182,43
	619					14	914171,34	1476,86	17778775,63	18692946,97	30198,62

Продовження додатку Г

Продовження табл. Г.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	52	4	2	2	3	1	329083,13	6328,53	1493532,04	1822615,17	35050,29
	107					377083,13	3524,15	3073229,39	3450312,52	32245,91	
	160					425083,13	2656,77	4595483,2	5020566,33	31378,54	
	213					473083,13	2221,05	6117737,01	6590820,14	30942,82	
	266					521083,13	1958,96	7639990,82	8161073,95	30680,73	
	318					569083,13	1789,57	9133522,86	9702605,99	30511,34	
	368					617083,13	1676,86	10569611,36	11186694,49	30398,63	
	420					665083,13	1583,54	12063143,4	12728226,53	30305,3	
	466					713083,13	1530,23	13384344,82	14097427,95	30251,99	
	511					761083,13	1489,4	14676824,47	15437907,6	30211,17	
	556					809083,13	1455,19	15969304,12	16778387,25	30176,96	
	601					857083,13	1426,1	17261783,77	18118866,9	30147,87	
	638					905083,13	1418,63	18324489,26	19229572,39	30140,4	
	676					953083,13	1409,89	19415916,52	20368999,65	30131,66	
	708					1001083,13	1413,96	20335013,16	21336096,29	30135,73	
	736					1049083,13	1425,39	21139222,72	22188305,85	30147,15	
	763					1097083,13	1437,86	21914710,51	23011793,64	30159,62	
	787					1145083,13	1455	22604032,99	23749116,12	30176,77	
	821					1193083,13	1453,21	23580573,17	24773656,3	30174,98	
	858					1241083,13	1446,49	24643278,66	25884361,79	30168,25	
5	52	4	2	2	4	1	342582,73	6588,13	1493532,04	1836114,77	35309,9
	107					390582,73	3650,31	3073229,39	3463812,12	32372,08	
	160					438582,73	2741,15	4595483,2	5034065,93	31462,91	
	214					486582,73	2273,76	6146458,78	6633041,51	30995,52	
	267					534582,73	2002,19	7668712,59	8203295,32	30723,95	
	319					582582,73	1826,28	9162244,63	9744827,36	30548,05	
	371					630582,73	1699,69	10655776,67	11286359,4	30421,45	
	423					678582,73	1604,22	12149308,71	12827891,44	30325,98	
	472					726582,73	1539,38	13556675,44	14283258,17	30261,14	
	520					774582,73	1489,59	14935320,4	15709903,13	30211,35	
	568					822582,73	1448,21	16313965,36	17136548,09	30169,98	
	614					870582,73	1417,89	17635166,78	18505749,51	30139,66	
	655					918582,73	1402,42	18812759,35	19731342,08	30124,19	
	701					966582,73	1378,87	20133960,77	21100543,5	30100,63	
	741					1014582,73	1369,21	21282831,57	22297414,3	30090,98	
	769					1062582,73	1381,78	22087041,13	23149623,86	30103,54	
	811					1110582,73	1369,4	23293355,47	24403938,2	30091,17	
	834					1158582,73	1389,19	23953956,18	25112538,91	30110,96	
	855					1206582,73	1411,21	24557113,35	25763696,08	30132,98	
	884					1254582,73	1419,22	25390044,68	26644627,41	30140,98	
	892					1302582,73	1460,3	25619818,84	26922401,57	30182,06	
	911					1350582,73	1482,53	26165532,47	27516115,2	30204,3	
	924					1398582,73	1513,62	26538915,48	27937498,21	30235,39	
	932					1446582,73	1552,13	26768689,64	28215272,37	30273,9	
	945					1494582,73	1581,57	27142072,65	28636655,38	30303,34	

Таблиця Г.4 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–3^{КР} трактора ХТЗ–150К–09

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	Зпо, грн.	Спо, грн.	Зо, грн.	ΣЗ, грн.	Сшт, грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	48	1	1	1	1	1	261484,78	5447,6	1380038,4	1641523,18	34198,4
	95					309484,78	3257,74	2731326	3040810,78	32008,53	

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	141	1	1	1	1	3	357484,78	2535,36	4053862,8	4411347,58	31286,15
	184					4	405484,78	2203,73	5290147,2	5695631,98	30954,52
	221					5	453484,78	2051,97	6353926,8	6807411,58	30802,77
	239					6	501484,78	2098,27	6871441,2	7372925,98	30849,06
	248					7	549484,78	2215,67	7130198,4	7679683,18	30966,46
	251					8	597484,78	2380,42	7216450,8	7813935,58	31131,22
2	48	4	2	2	1	1	270177,78	5628,71	1380038,4	1650216,18	34379,5
	97					2	318177,78	3280,19	2788827,6	3107005,38	32030,98
	146					3	366177,78	2508,07	4197616,8	4563794,58	31258,87
	194					4	414177,78	2134,94	5577655,2	5991832,98	30885,74
	235					5	462177,78	1966,72	6756438	7218615,78	30717,51
	262					6	510177,78	1947,25	7532709,6	8042887,38	30698,04
	269					7	558177,78	2075,02	7733965,2	8292142,98	30825,81
	272					8	606177,78	2228,6	7820217,6	8426395,38	30979,39
3	48	4	2	2	2	1	306958,84	6394,98	1380038,4	1686997,24	35145,78
	98					2	354958,84	3622,03	2817578,4	3172537,24	32372,83
	147					3	402958,84	2741,22	4226367,6	4629326,44	31492,02
	196					4	450958,84	2300,82	5635156,8	6086115,64	31051,61
	245					5	498958,84	2036,57	7043946	7542904,84	30787,37
	291					6	546958,84	1879,59	8366482,8	8913441,64	30630,38
	336					7	594958,84	1770,72	9660268,8	10255227,64	30521,51
	381					8	642958,84	1687,56	10954054,8	11597013,64	30438,36
	420					9	690958,84	1645,15	12075336	12766294,84	30395,94
	452					10	738958,84	1634,87	12995361,6	13734320,44	30385,66
	480					11	786958,84	1639,5	13800384	14587342,84	30390,3
	498					12	834958,84	1676,63	14317898,4	15152857,24	30427,42
	520					13	882958,84	1698	14950416	15833374,84	30448,8
	528					14	930958,84	1763,18	15180422,4	16111381,24	30513,98
4	48	4	2	2	3	1	345870,63	7205,64	1380038,4	1725909,03	35956,44
	99					2	393870,63	3978,5	2846329,2	3240199,83	32729,29
	148					3	441870,63	2985,62	4255118,4	4696989,03	31736,41
	197					4	489870,63	2486,66	5663907,6	6153778,23	31237,45
	246					5	537870,63	2186,47	7072696,8	7610567,43	30937,27
	294					6	585870,63	1992,76	8452735,2	9038605,83	30743,56
	341					7	633870,63	1858,86	9804022,8	10437893,43	30609,66
	387					8	681870,63	1761,94	11126559,6	11808430,23	30512,74
	433					9	729870,63	1685,62	12449096,4	13178967,03	30436,41
	474					10	777870,63	1641,08	13627879,2	14405749,83	30391,88
	514					11	825870,63	1606,76	14777911,2	15603781,83	30357,55
	556					12	873870,63	1571,71	15985444,8	16859315,43	30322,51
	586					13	921870,63	1573,16	16847968,8	17769839,43	30323,96
	616					14	969870,63	1574,47	17710492,8	18680363,43	30325,27
	638					15	1017870,63	1595,41	18343010,4	19360881,03	30346,21
	676					16	1065870,63	1576,74	19435540,8	20501411,43	30327,53
	696					17	1113870,63	1600,39	20010556,8	21124427,43	30351,19
	706					18	1161870,63	1645,71	20298064,8	21459935,43	30396,51
	713					19	1209870,63	1696,88	20499320,4	21709191,03	30447,67
	758					20	1257870,63	1659,46	21793106,4	23050977,03	30410,26
5	48	4	2	2	4	1	359370,23	7486,88	1380038,4	1739408,63	36237,68
	99					2	407370,23	4114,86	2846329,2	3253699,43	32865,65
	148					3	455370,23	3076,83	4255118,4	4710488,63	31827,63
	197					4	503370,23	2555,18	5663907,6	6167277,83	31305,98
	246					5	551370,23	2241,35	7072696,8	7624067,03	30992,14
	294					6	599370,23	2038,68	8452735,2	9052105,43	30789,47
	343					7	647370,23	1887,38	9861524,4	10508894,63	30638,18
	389					8	695370,23	1787,59	11184061,2	11879431,43	30538,38
	435					9	743370,23	1708,9	12506598	13249968,23	30459,7

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	479	4	2	2	4	10	791370,23	1652,13	13771633,2	14563003,43	30402,93
	521					11	839370,23	1611,08	14979166,8	15818537,03	30361,88
	567					12	887370,23	1565,03	16301703,6	17189073,83	30315,83
	605					13	935370,23	1546,07	17394234	18329604,23	30296,87
	638					14	983370,23	1541,34	18343010,4	19326380,63	30292,13
	676					15	1031370,23	1525,7	19435540,8	20466911,03	30276,5
	701					16	1079370,23	1539,76	20154310,8	21233681,03	30290,56
	734					17	1127370,23	1535,93	21103087,2	22230457,43	30286,73
	772					18	1175370,23	1522,51	22195617,6	23370987,83	30273,3
	790					19	1223370,23	1548,57	22713132	23936502,23	30299,37
	831					20	1271370,23	1529,93	23891914,8	25163285,03	30280,73
	834					21	1319370,23	1581,98	23978167,2	25297537,43	30332,78
	855					22	1367370,23	1599,27	24581934	25949304,23	30350,06
	873					23	1415370,23	1621,28	25099448,4	26514818,63	30372,07
	896					24	1463370,23	1633,23	25760716,8	27224087,03	30384,03
	907					25	1511370,23	1666,34	26076975,6	27588345,83	30417,14

Таблиця Г.5 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–2 трактора ХТЗ–3522

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	З _{пто} , грн.	С _{пто} , грн.	З _{то} , грн.	ΣЗ, грн.	С _{пит} , грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	296	1	1	1	1	1	117474,96	396,88	1844719,36	1962194,32	6629,03
	562					2	165474,96	294,44	3502473,92	3667948,88	6526,6
	799					3	213474,96	267,18	4979495,84	5192970,8	6499,34
	896					4	261474,96	291,83	5584015,36	5845490,32	6523,98
2	296	4	2	2	1	1	126167,96	426,25	1844719,36	1970887,32	6658,4
	593					2	174167,96	293,71	3695670,88	3869838,84	6525,87
	877					3	222167,96	253,33	5465604,32	5687772,28	6485,49
	1040					4	270167,96	259,78	6481446,4	6751614,36	6491,94
3	296	4	2	2	2	1	138516,47	467,97	1844719,36	1983235,83	6700,12
	605					2	186516,47	308,3	3770456,8	3956973,27	6540,45
	903					3	234516,47	259,71	5627640,48	5862156,95	6491,87
	1217					4	282516,47	232,15	7584538,72	7867055,19	6464,3
	1522					5	330516,47	217,16	9485347,52	9815863,99	6449,32
	1739					6	378516,47	217,67	10837726,2	11216242,7	6449,82
	1916					7	426516,47	222,61	11940818,6	12367335	6454,77
	2049					8	474516,47	231,59	12769695,8	13244212,3	6463,74
4	296	4	2	2	3	1	153975,39	520,19	1844719,36	1998694,75	6752,35
	614					2	201975,39	328,96	3826546,24	4028521,63	6561,11
	915					3	249975,39	273,2	5702426,4	5952401,79	6505,36
	1217					4	297975,39	244,85	7584538,72	7882514,11	6477
	1510					5	345975,39	229,13	9410561,6	9756536,99	6461,28
	1784					6	393975,39	220,84	11118173,4	11512148,8	6453
	2049					7	441975,39	215,71	12769695,8	13211671,2	6447,86
	2300					8	489975,39	213,04	14333968	14823943,4	6445,19
	2493					9	537975,39	215,8	15536774,9	16074750,3	6447,95
	2555					10	585975,39	229,35	15923168,8	16509144,2	6461,5
5	296	4	2	2	4	1	176541,69	596,43	1844719,36	2021261,05	6828,58
	616					2	224541,69	364,52	3839010,56	4063552,25	6596,68
	920					3	272541,69	296,25	5733587,2	6006128,89	6528,4
	1224					4	320541,69	261,89	7628163,84	7948705,53	6494,04

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1522	4	2	2	4	5	368541,69	242,15	9485347,52	9853889,21	6474,3
	1815					6	416541,69	229,5	11311370,4	11727912,1	6461,66
	2090					7	464541,69	222,27	13025214,4	13489756,1	6454,43
	2379					8	512541,69	215,45	14826308,6	15338850,3	6447,6
	2620					9	560541,69	213,95	16328259,2	16888800,9	6446,11
	2797					10	608541,69	217,57	17431351,5	18039893,2	6449,73
	3000					11	656541,69	218,85	18696480	19353021,7	6451,01
	3136					12	704541,69	224,67	19544053,8	20248595,5	6456,82
	3234					13	752541,69	232,7	20154805,4	20907347,1	6464,86
	3338					14	800541,69	239,83	20802950,1	21603491,8	6471,99

Таблиця Г.6 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–3 трактора ХТЗ–3522

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	З _{пго} , грн.	С _{пго} , грн.	З _{го} , рн.	ΣЗ, грн.	С _{пит} , грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	229	1	1	1	1	1	122966,21	536,98	1822649,93	1945616,14	8496,14
	440					2	170966,21	388,56	3502034,8	3673001,01	8347,73
	589					3	218966,21	371,76	4687951,13	4906917,34	8330,93
	625					4	266966,21	427,15	4974481,25	5241447,46	8386,32
2	229	4	2	2	1	1	131659,21	574,94	1822649,93	1954309,14	8534,1
	458					2	179659,21	392,27	3645299,86	3824959,07	8351,44
	638					3	227659,21	356,84	5077950,46	5305609,67	8316
	694					4	275659,21	397,21	5523663,98	5799323,19	8356,37
3	229	4	2	2	2	1	144007,72	628,86	1822649,93	1966657,65	8588,02
	464					2	192007,72	413,81	3693054,88	3885062,6	8372,98
	696					3	240007,72	344,84	5539582,32	5779590,04	8304,01
	936					4	288007,72	307,71	7449783,12	7737790,84	8266,87
	1118					5	336007,72	300,55	8898352,06	9234359,78	8259,71
	1254					6	384007,72	306,23	9980799,18	10364806,9	8265,4
	1335					7	432007,72	323,61	10625492	11057499,7	8282,77
	1408					8	480007,72	340,92	11206511,4	11686519,1	8300,08
4	229	4	2	2	3	1	159466,64	696,37	1822649,93	1982116,57	8655,53
	471					2	207466,64	440,49	3748769,07	3956235,71	8399,65
	704					3	255466,64	362,88	5603255,68	5858722,32	8322,05
	932					4	303466,64	325,61	7417946,44	7721413,08	8284,78
	1156					5	351466,64	304,04	9200800,52	9552267,16	8263,21
	1344					6	399466,64	297,23	10697124,5	11096591,1	8256,39
	1533					7	447466,64	291,89	12201407,6	12648874,3	8251,06
	1656					8	495466,64	299,2	13180385,5	13675852,2	8258,36
	1725					9	543466,64	315,06	13729568,3	14273034,9	8274,22
	1815					10	591466,64	325,88	14445893,6	15037360,2	8285,05
5	229	4	2	2	4	1	182032,94	794,91	1822649,93	2004682,87	8754,07
	472					2	230032,94	487,36	3756728,24	3986761,18	8446,53
	706					3	278032,94	393,82	5619174,02	5897206,96	8352,98
	936					4	326032,94	348,33	7449783,12	7775816,06	8307,5
	1169					5	374032,94	319,96	9304269,73	9678302,67	8279,13
	1389					6	422032,94	303,84	11055287,1	11477320,1	8263,01
	1580					7	470032,94	297,49	12575488,6	13045521,5	8256,66
	1739					8	518032,94	297,9	13840996,6	14359029,6	8257,06
	1934					9	566032,94	292,68	15393034,8	15959067,7	8251,84
	2070					10	614032,94	296,64	16475481,9	17089514,8	8255,8
	2178					11	662032,94	303,97	17335072,3	17997105,2	8263,13
	2250					12	710032,94	315,58	17908132,5	18618165,4	8274,74

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2325					13	758032,94	326,04	18505070,3	19263103,2	8285,21
	2379					14	806032,94	338,82	18934865,4	19740898,4	8297,98

Таблиця Г.7 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–3^{ПР} трактора ХТЗ–3522

№ п/п	Q _p ГО/рік	Кількість РГО, шт			f, од.	U, чол.	З _{пго} , грн.	С _{пго} , грн.	З _{го} , грн.	ΣЗ, грн.	С _{пгт} , грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	133	1	1	1	1	1	174853,22	1314,69	1145058,18	1319911,4	9924,15
	260					2	222853,22	857,13	2238459,6	2461312,82	9466,59
	377					3	270853,22	718,45	3245766,42	3516619,64	9327,9
	462					4	318853,22	690,16	3977570,52	4296423,74	9299,62
	491					5	366853,22	747,16	4227244,86	4594098,08	9356,62
	501					6	414853,22	828,06	4313339,46	4728192,68	9437,51
2	133	4	2	2	1	1	183546,22	1380,05	1145058,18	1328604,4	9989,51
	267					2	231546,22	867,22	2298725,82	2530272,04	9476,67
	398					3	279546,22	702,38	3426565,08	3706111,3	9311,84
	506					4	327546,22	647,33	4356386,76	4683932,98	9256,78
	536					5	375546,22	700,65	4614670,56	4990216,78	9310,11
	546					6	423546,22	775,73	4700765,16	5124311,38	9385,19
3	133	4	2	2	2	1	199005,14	1496,28	1145058,18	1344063,32	10105,74
	268					2	247005,14	921,67	2307335,28	2554340,42	9531,12
	401					3	295005,14	735,68	3452393,46	3747398,6	9345,13
	540					4	343005,14	635,2	4649108,4	4992113,54	9244,65
	672					5	391005,14	581,86	5785557,12	6176562,26	9191,31
	796					6	439005,14	551,52	6853130,16	7292135,3	9160,97
	877					7	487005,14	555,31	7550496,42	8037501,56	9164,77
	945					8	535005,14	566,15	8135939,7	8670944,84	9175,6
	953					9	583005,14	611,76	8204815,38	8787820,52	9221,22
	4					133	4	2	2	3	1
271		2	247005,14	911,46	2333163,66	2580168,8					9520,92
406		3	295005,14	726,62	3495440,76	3790445,9					9336,07
539		4	343005,14	636,38	4640498,94	4983504,08					9245,83
667		5	391005,14	586,22	5742509,82	6133514,96					9195,67
793		6	439005,14	553,61	6827301,78	7266306,92					9163,06
892		7	487005,14	545,97	7679638,32	8166643,46					9155,43
936		8	535005,14	571,59	8058454,56	8593459,7					9181,05
940		9	583005,14	620,22	8092892,4	8675897,54					9229,68
953		10	631005,14	662,13	8204815,38	8835820,52					9271,59
967		11	679005,14	702,18	8325347,82	9004352,96					9311,64
981		12	727005,14	741,09	8445880,26	9172885,4					9350,55
5	133	4	2	2	4	1	221571,44	1665,96	1145058,18	1366629,62	10275,41
	271					2	269571,44	994,73	2333163,66	2602735,1	9604,19
	406					3	317571,44	782,2	3495440,76	3813012,2	9391,66
	540					4	365571,44	676,99	4649108,4	5014679,84	9286,44
	672					5	413571,44	615,44	5785557,12	6199128,56	9224,89
	799					6	461571,44	577,69	6878958,54	7340529,98	9187,15
	888					7	509571,44	573,85	7645200,48	8154771,92	9183,3
	936					8	557571,44	595,7	8058454,56	8616026	9205,16
	953					9	605571,44	635,44	8204815,38	8810386,82	9244,9
	967					10	653571,44	675,88	8325347,82	8978919,26	9285,34
	981					11	701571,44	715,16	8445880,26	9147451,7	9324,62
	995					12	749571,44	753,34	8566412,7	9315984,14	9362,8
	1024					13	797571,44	778,88	8816087,04	9613658,48	9388,34
	1061					14	845571,44	796,96	9134637,06	9980208,5	9406,42

Продовження додатку Г

Таблиця Г.8 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–3^{КР} трактора ХТЗ–3522

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	З _{пго} , грн.	С _{пго} , грн.	З _{го} , грн.	ΣЗ, грн.	С _{штг} , грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	110	1	1	1	1	1	251238,72	2283,99	950233,9	1201472,62	10922,48
	216					2	299238,72	1385,37	1865913,84	2165152,56	10023,85
	314					3	347238,72	1105,86	2712485,86	3059724,58	9744,35
	361					4	395238,72	1094,85	3118494,89	3513733,61	9733,33
	372					5	443238,72	1191,51	3213518,28	3656757	9829,99
	375					6	491238,72	1309,97	3239433,75	3730672,47	9948,46
2	110	4	2	2	1	1	259931,72	2363,02	950233,9	1210165,62	11001,51
	220					2	307931,72	1399,69	1900467,8	2208399,52	10038,18
	328					3	355931,72	1085,16	2833424,72	3189356,44	9723,65
	390					4	403931,72	1035,73	3369011,1	3772942,82	9674,21
	485					5	451931,72	931,82	4189667,65	4641599,37	9570,31
	490					6	499931,72	1020,27	4232860,1	4732791,82	9658,76
3	110	4	2	2	2	1	275390,64	2503,56	950233,9	1225624,54	11142,04
	222					2	323390,64	1456,72	1917744,78	2241135,42	10095,2
	332					3	371390,64	1118,65	2867978,68	3239369,32	9757,14
	443					4	419390,64	946,71	3826851,07	4246241,71	9585,2
	543					5	467390,64	860,76	4690700,07	5158090,71	9499,25
	634					6	515390,64	812,92	5476802,66	5992193,3	9451,41
	699					7	563390,64	806	6038304,51	6601695,15	9444,49
	744					8	611390,64	821,77	6427036,56	7038427,2	9460,25
	766					9	659390,64	860,83	6617083,34	7276473,98	9499,31
	778					10	707390,64	909,25	6720745,22	7428135,86	9547,73
4	110	4	2	2	3	1	275390,64	2503,56	950233,9	1225624,54	11142,04
	223					2	323390,64	1450,19	1926383,27	2249773,91	10088,67
	334					3	371390,64	1111,95	2885255,66	3256646,3	9750,44
	444					4	419390,64	944,58	3835489,56	4254880,2	9583,06
	554					5	467390,64	843,67	4785723,46	5253114,1	9482,16
	657					6	515390,64	784,47	5675487,93	6190878,57	9422,95
	747					7	563390,64	754,21	6452952,03	7016342,67	9392,69
	831					8	611390,64	735,73	7178585,19	7789975,83	9374,22
	884					9	659390,64	745,92	7636425,16	8295815,8	9384,41
	932					10	707390,64	759,01	8051072,68	8758463,32	9397,49
	945					11	755390,64	799,36	8163373,05	8918763,69	9437,85
	953					12	803390,64	843,02	8232480,97	9035871,61	9481,5
5	110	4	2	2	4	1	297956,94	2708,7	950233,9	1248190,84	11347,19
	224					2	345956,94	1544,46	1935021,76	2280978,7	10182,94
	335					3	393956,94	1176	2893894,15	3287851,09	9814,48
	446					4	441956,94	990,94	3852766,54	4294723,48	9629,42
	559					5	489956,94	876,49	4828915,91	5318872,85	9514,98
	659					6	537956,94	816,33	5692764,91	6230721,85	9454,81
	761					7	585956,94	769,99	6573890,89	7159847,83	9408,47
	866					8	633956,94	732,06	7480932,34	8114889,28	9370,54
	900					9	681956,94	757,73	7774641	8456597,94	9396,22
	958					10	729956,94	761,96	8275673,42	9005630,36	9400,45
	976					11	777956,94	797,09	8431166,24	9209123,18	9435,58
	985					12	825956,94	838,54	8508912,65	9334869,59	9477,02
	1009					13	873956,94	866,17	8716236,41	9590193,35	9504,65
	1029					14	921956,94	895,98	8889006,21	9810963,15	9534,46

Продовження додатку Г

Таблиця Г.9 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–2 тракторів ХТЗ в спільному потоці

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	Зпо, грн.	Спо, грн.	Зо, грн.	ΣЗ, грн.	Спиг, грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	151	1	1	1	1	1	134707,03	892,1	2396025,72	2530732,75	16759,82
	285					2	182707,03	641,08	4522300,2	4705007,23	16508,8
	402					3	230707,03	573,9	6378823,44	6609530,47	16441,62
	504					4	278707,03	553	7997330,88	8276037,91	16420,71
	564					5	326707,03	579,27	8949394,08	9276101,11	16446,99
	588					6	374707,03	637,26	9330219,36	9704926,39	16504,98
2	151	4	2	2	1	1	143400,03	949,67	2396025,72	2539425,75	16817,39
	303					2	191400,03	631,69	4807919,16	4999319,19	16499,4
	455					3	239400,03	526,16	7219812,6	7459212,63	16393,87
	607					4	287400,03	473,48	9631706,04	9919106,07	16341,2
	739					5	335400,03	453,86	11726245,08	12061645,11	16321,58
	831					6	383400,03	461,38	13186075,32	13569475,35	16329,09
3	151	4	2	2	2	1	180181,09	1193,26	2396025,72	2576206,81	17060,97
	308					2	228181,09	740,85	4887257,76	5115438,85	16608,57
	466					3	276181,09	592,67	7394357,52	7670538,61	16460,38
	623					4	324181,09	520,36	9885589,56	10209770,65	16388,07
	772					5	372181,09	482,1	12249879,84	12622060,93	16349,82
	915					6	420181,09	459,22	14518963,8	14939144,89	16326,93
	1056					7	468181,09	443,36	16756312,32	17224493,41	16311,07
	1189					8	516181,09	434,14	18866719,08	19382900,17	16301,85
	1370					9	564181,09	411,82	21738776,4	22302957,49	16279,53
4	151	4	2	2	3	1	231534,48	1533,35	2396025,72	2627560,2	17401,06
	317					2	279534,48	881,82	5030067,24	5309601,72	16749,53
	474					3	327534,48	691,01	7521299,28	7848833,76	16558,72
	629					4	375534,48	597,04	9980795,88	10356330,36	16464,75
	781					5	423534,48	542,3	12392689,32	12816223,8	16410,02
	928					6	471534,48	508,12	14725244,16	15196778,64	16375,84
	1072					7	519534,48	484,65	17010195,84	17529730,32	16352,36
	1210					8	567534,48	469,04	19199941,2	19767475,68	16336,76
	1326					9	615534,48	464,21	21040596,72	21656131,2	16331,92
	1389					10	663534,48	477,71	22040263,08	22703797,56	16345,43
	1437					11	711534,48	495,16	22801913,64	23513448,12	16362,87
	1468					12	759534,48	517,4	23293812,96	24053347,44	16385,11
5	151	4	2	2	4	1	232592,48	1540,35	2396025,72	2628618,2	17408,07
	318					2	280592,48	882,37	5045934,96	5326527,44	16750,09
	475					3	328592,48	691,78	7537167	7865759,48	16559,49
	631					4	376592,48	596,82	10012531,32	10389123,8	16464,54
	784					5	424592,48	541,58	12440292,48	12864884,96	16409,29
	936					6	472592,48	504,91	14852185,92	15324778,4	16372,63
	1083					7	520592,48	480,7	17184740,76	17705333,24	16348,41
	1217					8	568592,48	467,21	19311015,24	19879607,72	16334,93
	1335					9	616592,48	461,87	21183406,2	21799998,68	16329,59
	1398					10	664592,48	475,39	22183072,56	22847665,04	16343,11
	1447					11	712592,48	492,47	22960590,84	23673183,32	16360,18
	1489					12	760592,48	510,81	23627035,08	24387627,56	16378,53
	1522					13	808592,48	531,27	24150669,84	24959262,32	16398,99
	1556					14	856592,48	550,51	24690172,32	25546764,8	16418,23

Продовження додатку Г

Таблиця Г.10 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–3 тракторів ХТЗ в спільному потоці

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	Зпо, грн.	Спо, грн.	Зо, грн.	ΣЗ, грн.	Спит, грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	73	1	1	1	1	1	227955,78	3122,69	1744756,94	1972712,72	27023,46
	141					2	275955,78	1957,14	3370009,98	3645965,76	25857,91
	205					3	323955,78	1580,28	4899659,9	5223615,68	25481,05
	266					4	371955,78	1398,33	6357607,48	6729563,26	25299,11
	320					5	419955,78	1312,37	7648249,6	8068205,38	25213,14
	363					6	467955,78	1289,14	8675983,14	9143938,92	25189,91
	381					7	515955,78	1354,22	9106197,18	9622152,96	25254,99
2	73	4	2	2	1	1	236648,78	3241,77	1744756,94	1981405,72	27142,54
	145					2	284648,78	1963,1	3465613,1	3750261,88	25863,88
	219					3	332648,78	1518,95	5234270,82	5566919,6	25419,72
	292					4	380648,78	1303,6	6979027,76	7359676,54	25204,37
	361					5	428648,78	1187,4	8628181,58	9056830,36	25088,17
	419					6	476648,78	1137,59	10014426,82	10491075,6	25038,37
	442					7	524648,78	1186,99	10564144,76	11088793,54	25087,77
3	73	4	2	2	2	1	273429,84	3745,62	1744756,94	2018186,78	27646,39
	147					2	321429,84	2186,6	3513414,66	3834844,5	26087,38
	221					3	369429,84	1671,63	5282072,38	5651502,22	25572,41
	295					4	417429,84	1415,02	7050730,1	7468159,94	25315,8
	367					5	465429,84	1268,21	8771586,26	9237016,1	25168,98
	436					6	513429,84	1177,6	10420740,08	10934169,92	25078,37
	507					7	561429,84	1107,36	12117695,46	12679125,3	25008,14
	571					8	609429,84	1067,31	13647345,38	14256775,22	24968,08
	642					9	657429,84	1024,04	15344300,76	16001730,6	24924,81
	694					10	705429,84	1016,47	16587141,32	17292571,16	24917,25
	741					11	753429,84	1016,78	17710477,98	18463907,82	24917,55
	793					12	801429,84	1010,64	18953318,54	19754748,38	24911,41
4	73	4	2	2	3	1	324783,23	4449,09	1744756,94	2069540,17	28349,87
	149					2	372783,23	2501,91	3561216,22	3933999,45	26402,68
	223					3	420783,23	1886,93	5329873,94	5750657,17	25787,7
	296					4	468783,23	1583,73	7074630,88	7543414,11	25484,51
	369					5	516783,23	1400,5	8819387,82	9336171,05	25301,28
	441					6	564783,23	1280,69	10540243,98	11105027,21	25181,47
	509					7	612783,23	1203,9	12165497,02	12778280,25	25104,68
	579					8	660783,23	1141,25	13838551,62	14499334,85	25042,03
	642					9	708783,23	1104,03	15344300,76	16053083,99	25004,8
	711					10	756783,23	1064,4	16993454,58	17750237,81	24965,17
	763					11	804783,23	1054,77	18236295,14	19041078,37	24955,54
	811					12	852783,23	1051,53	19383532,58	20236315,81	24952,3
	873					13	900783,23	1031,83	20865380,94	21766164,17	24932,61
	896					14	948783,23	1058,91	21415098,88	22363882,11	24959,69
	911					15	996783,23	1094,17	21773610,58	22770393,81	24994,94
	928					16	1044783,23	1125,85	22179923,84	23224707,07	25026,62
5	73	4	2	2	4	1	325841,23	4463,58	1744756,94	2070598,17	28364,36
	149					2	373841,23	2509,01	3561216,22	3935057,45	26409,78
	223					3	421841,23	1891,67	5329873,94	5751715,17	25792,44
	296					4	469841,23	1587,31	7074630,88	7544472,11	25488,08
	370					5	517841,23	1399,58	8843288,6	9361129,83	25300,35
	443					6	565841,23	1277,3	10588045,54	11153886,77	25178,07
	513					7	613841,23	1196,58	12261100,14	12874941,37	25097,35
	583					8	661841,23	1135,24	13934154,74	14595995,97	25036,01
	652					9	709841,23	1088,72	15583308,56	16293149,79	24989,49

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	716					10	757841,23	1058,44	17112958,48	17870799,71	24959,22
	775					11	805841,23	1039,8	18523104,5	19328945,73	24940,58
	824					12	853841,23	1036,22	19694242,72	20548083,95	24937
	873					13	901841,23	1033,04	20865380,94	21767222,17	24933,82
	900					14	949841,23	1055,38	21510702	22460543,23	24956,16
	915					15	997841,23	1090,54	21869213,7	22867054,93	24991,32
	945					16	1045841,23	1106,72	22586237,1	23632078,33	25007,49
	971					17	1093841,23	1126,52	23207657,38	24301498,61	25027,29
	990					18	1141841,23	1153,38	23661772,2	24803613,43	25054,15

Таблиця Г.11 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО–3^{ПР} тракторів ХТЗ в спільному потоці

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	Зпто, грн.	Спто, грн.	Зто, грн.	ΣЗ, грн.	Спит, грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	51	1	1	1	1	1	244697,28	4797,99	1581251,94	1825949,22	35802,93
	99					2	292697,28	2956,54	3069489,06	3362186,34	33961,48
	146					3	340697,28	2333,55	4526721,24	4867418,52	33338,48
	189					4	388697,28	2056,6	5859933,66	6248630,94	33061,54
	229					5	436697,28	1906,98	7100131,26	7536828,54	32911,92
	257					6	484697,28	1885,99	7968269,58	8452966,86	32890,92
	274					7	532697,28	1944,16	8495353,56	9028050,84	32949,09
	277					8	580697,28	2096,39	8588368,38	9169065,66	33101,32
2	51	4	2	2	1	1	253390,28	4968,44	1581251,94	1834642,22	35973,38
	102					2	301390,28	2954,81	3162503,88	3463894,16	33959,75
	152					3	349390,28	2298,63	4712750,88	5062141,16	33303,56
	203					4	397390,28	1957,59	6294002,82	6691393,1	32962,53
	248					5	445390,28	1795,93	7689225,12	8134615,4	32800,87
	291					6	493390,28	1695,5	9022437,54	9515827,82	32700,44
	308					7	541390,28	1757,77	9549521,52	10090911,8	32762,7
	315					8	589390,28	1871,09	9766556,1	10355946,38	32876,02
3	51	4	2	2	2	1	290171,34	5689,64	1581251,94	1871423,28	36694,57
	102					2	338171,34	3315,41	3162503,88	3500675,22	34320,35
	154					3	386171,34	2507,61	4774760,76	5160932,1	33512,55
	205					4	434171,34	2117,91	6356012,7	6790184,04	33122,85
	255					5	482171,34	1890,87	7906259,7	8388431,04	32895,81
	306					6	530171,34	1732,59	9487511,64	10017682,98	32737,53
	354					7	578171,34	1633,26	10975748,76	11553920,1	32638,19
	399					8	626171,34	1569,36	12370971,06	12997142,4	32574,29
	439					9	674171,34	1535,7	13611168,66	14285340	32540,64
	478					10	722171,34	1510,82	14820361,32	15542532,66	32515,76
	509					11	770171,34	1513,11	15781514,46	16551685,8	32518,05
	529					12	818171,34	1546,64	16401613,26	17219784,6	32551,58
	568					13	866171,34	1524,95	17610805,92	18476977,26	32529,89
	581					14	914171,34	1573,45	18013870,14	18928041,48	32578,38
4	51	4	2	2	3	1	341524,73	6696,57	1581251,94	1922776,67	37701,5
	103					2	389524,73	3781,8	3193508,82	3583033,55	34786,73
	155					3	437524,73	2822,75	4805765,7	5243290,43	33827,68
	206					4	485524,73	2356,92	6387017,64	6872542,37	33361,86
	257					5	533524,73	2075,98	7968269,58	8501794,31	33080,91
	306					6	581524,73	1900,41	9487511,64	10069036,37	32905,35
	355					7	629524,73	1773,31	11006753,7	11636278,43	32778,25

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	401					8	677524,73	1689,59	12432980,94	13110505,67	32694,53
	453					9	725524,73	1601,6	14045237,82	14770762,55	32606,54
	492					10	773524,73	1572,21	15254430,48	16027955,21	32577,14
	537					11	821524,73	1529,85	16649652,78	17471177,51	32534,78
	576					12	869524,73	1509,6	17858845,44	18728370,17	32514,53
	621					13	917524,73	1477,5	19254067,74	20171592,47	32482,44
	646					14	965524,73	1494,63	20029191,24	20994715,97	32499,56
	678					15	1013524,73	1494,88	21021349,32	22034874,05	32499,81
	704					16	1061524,73	1507,85	21827477,76	22889002,49	32512,79
	734					17	1109524,73	1511,62	22757625,96	23867150,69	32516,55
	744					18	1157524,73	1555,82	23067675,36	24225200,09	32560,75
	784					19	1205524,73	1537,66	24307872,96	25513397,69	32542,6
	799					20	1253524,73	1568,87	24772947,06	26026471,79	32573,81
5	51	4	2	2	4	1	342582,73	6717,31	1581251,94	1923834,67	37722,25
	103					2	390582,73	3792,07	3193508,82	3584091,55	34797,01
	155					3	438582,73	2829,57	4805765,7	5244348,43	33834,51
	206					4	486582,73	2362,06	6387017,64	6873600,37	33366,99
	257					5	534582,73	2080,09	7968269,58	8502852,31	33085,03
	308					6	582582,73	1891,51	9549521,52	10132104,25	32896,44
	357					7	630582,73	1766,34	11068763,58	11699346,31	32771,28
	406					8	678582,73	1671,39	12588005,64	13266588,37	32676,33
	458					9	726582,73	1586,43	14200262,52	14926845,25	32591,37
	502					10	774582,73	1543	15564479,88	16339062,61	32547,93
	552					11	822582,73	1490,19	17114726,88	17937309,61	32495,13
	593					12	870582,73	1468,1	18385929,42	19256512,15	32473,04
	633					13	918582,73	1451,16	19626127,02	20544709,75	32456,1
	665					14	966582,73	1453,51	20618285,1	21584867,83	32458,45
	708					15	1014582,73	1433,03	21951497,52	22966080,25	32437,97
	736					16	1062582,73	1443,73	22819635,84	23882218,57	32448,67
	766					17	1110582,73	1449,85	23749784,04	24860366,77	32454,79
	796					18	1158582,73	1455,51	24679932,24	25838514,97	32460,45
	824					19	1206582,73	1464,3	25548070,56	26754653,29	32469,24
	844					20	1254582,73	1486,48	26168169,36	27422752,09	32491,41
	858					21	1302582,73	1518,17	26602238,52	27904821,25	32523,1
	877					22	1350582,73	1540,01	27191332,38	28541915,11	32544,94
	888					23	1398582,73	1574,99	27532386,72	28930969,45	32579,92
	907					24	1446582,73	1594,91	28121480,58	29568063,31	32599,85
	915					25	1494582,73	1633,43	28369520,1	29864102,83	32638,36

Таблиця Г.12 - Параметричний ряд виробничих структур ПТО-3^{КР} тракторів ХТЗ в спільному потоці

№ п/п	Q _p ТО/рік	Кількість РТО, шт			f, од.	U, чол.	Зпо, грн.	Спо, грн.	Зо грн.	ΣЗ, грн.	Спит, грн.
		K _{r1}	K _{r6}	K _{r7}							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	47	1	1	1	1	1	261484,78	5563,51	1458596,59	1720081,37	36597,48
	92					2	309484,78	3363,97	2855125,24	3164610,02	34397,94
	135					3	357484,78	2648,04	4189585,95	4547070,73	33682,01
	176					4	405484,78	2303,9	5461978,72	5867463,5	33337,86
	210					5	453484,78	2159,46	6517133,7	6970618,48	33193,42
	227					6	501484,78	2209,19	7044711,19	7546195,97	33243,15
	234					7	549484,78	2348,23	7261948,98	7811433,76	33382,2
	236					8	597484,78	2531,72	7324016,92	7921501,7	33565,69

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.12

2	47	4	2	2	1	1	270177,78	5748,47	1458596,59	1728774,37	36782,43
	94					2	318177,78	3384,87	2917193,18	3235370,96	34418,84
	141					3	366177,78	2597,01	4375789,77	4741967,55	33630,98
	187					4	414177,78	2214,86	5803352,39	6217530,17	33248,82
	229					5	462177,78	2018,25	7106779,13	7568956,91	33052,21
	246					6	510177,78	2073,9	7634356,62	8144534,4	33107,86
	255					7	558177,78	2188,94	7913662,35	8471840,13	33222,9
	258					8	606177,78	2349,53	8006764,26	8612942,04	33383,5
	47					3	4	2	2	2	1
94	2	354958,84	3776,16	2917193,18	3272152,02						34810,13
142	3	402958,84	2837,74	4406823,74	4809782,58						33871,71
189	4	450958,84	2386,03	5865420,33	6316379,17						33420
236	5	498958,84	2114,24	7324016,92	7822975,76						33148,2
281	6	546958,84	1946,48	8720545,57	9267504,41						32980,44
325	7	594958,84	1830,65	10086040,25	10680999,09						32864,61
366	8	642958,84	1756,72	11358433,02	12001391,86						32790,69
407	9	690958,84	1697,69	12630825,79	13321784,63						32731,66
441	10	738958,84	1675,65	13685980,77	14424939,61						32709,61
457	11	786958,84	1722,02	14182524,29	14969483,13						32755,98
474	12	834958,84	1761,52	14710101,78	15545060,62						32795,49
503	13	882958,84	1755,39	15610086,91	16493045,75						32789,36
514	14	930958,84	1811,21	15951460,58	16882419,42						32845,17
47	4	4	2	2	3	1	358312,23	7623,67	1458596,59	1816908,82	38657,63
95						2	406312,23	4276,98	2948227,15	3354539,38	35310,94
142						3	454312,23	3199,39	4406823,74	4861135,97	34233,35
190						4	502312,23	2643,75	5896454,3	6398766,53	33677,72
236						5	550312,23	2331,84	7324016,92	7874329,15	33365,8
282						6	598312,23	2121,68	8751579,54	9349891,77	33155,64
327						7	646312,23	1976,49	10148108,19	10794420,42	33010,46
374						8	694312,23	1856,45	11606704,78	12301017,01	32890,42
414						9	742312,23	1793,03	12848063,58	13590375,81	32826,99
456						10	790312,23	1733,15	14151490,32	14941802,55	32767,11
492						11	838312,23	1703,89	15268713,24	16107025,47	32737,86
525						12	886312,23	1688,22	16292834,25	17179146,48	32722,18
562						13	934312,23	1662,48	17441091,14	18375403,37	32696,45
583						14	982312,23	1684,93	18092804,51	19075116,74	32718,9
623						15	1030312,23	1653,8	19334163,31	20364475,54	32687,76
640						16	1078312,23	1684,87	19861740,8	20940053,03	32718,83
652						17	1126312,23	1727,48	20234148,44	21360460,67	32761,44
678						18	1174312,23	1732,03	21041031,66	22215343,89	32765,99
683						19	1222312,23	1789,63	21196201,51	22418513,74	32823,59
704						20	1270312,23	1804,43	21847914,88	23118227,11	32838,39
47	5	4	2	2	4	1	359370,23	7646,18	1458596,59	1817966,82	38680,15
95						2	407370,23	4288,11	2948227,15	3355597,38	35322,08
143						3	455370,23	3184,41	4437857,71	4893227,94	34218,38
190						4	503370,23	2649,32	5896454,3	6399824,53	33683,29
237						5	551370,23	2326,46	7355050,89	7906421,12	33360,43
283						6	599370,23	2117,92	8782613,51	9381983,74	33151,89
329						7	647370,23	1967,7	10210176,13	10857546,36	33001,66
376						8	695370,23	1849,39	11668772,72	12364142,95	32883,36
418						9	743370,23	1778,4	12972199,46	13715569,69	32812,37
463						10	791370,23	1709,23	14368728,11	15160098,34	32743,19
504						11	839370,23	1665,42	15641120,88	16480491,11	32699,39
541						12	887370,23	1640,25	16789377,77	17676748	32674,21
584						13	935370,23	1601,67	18123838,48	19059208,71	32635,63
621						14	983370,23	1583,53	19272095,37	20255465,6	32617,5
646						15	1031370,23	1596,55	20047944,62	21079314,85	32630,52
690						16	1079370,23	1564,31	21413439,3	22492809,53	32598,27

Продовження додатку Г

Продовження таблиці Г.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	708					17	1127370,23	1592,34	21972050,76	23099420,99	32626,3
	741					18	1175370,23	1586,2	22996171,77	24171542	32620,16
	763					19	1223370,23	1603,37	23678919,11	24902289,34	32637,34
	775					20	1271370,23	1640,48	24051326,75	25322696,98	32674,45
	808					21	1319370,23	1632,89	25075447,76	26394817,99	32666,85
	824					22	1367370,23	1659,43	25571991,28	26939361,51	32693,4
	834					23	1415370,23	1697,09	25882330,98	27297701,21	32731,06
	862					24	1463370,23	1697,65	26751282,14	28214652,37	32731,62
	981					25	1511370,23	1540,65	30444324,57	31955694,8	32574,61

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ ТРАКТОРІВ ХТЗ

Таблиця Д.1 – Результати моделювання ТП ТО трактора ХТЗ–150К–09 для різної кількості $K_{r,l}$ при фронті $f=1$

Вид ТО	$u, \text{чол.}$	Тривалість ТП ТО $T_{T.П.}$, год.			
		$K_{r,l}=1$	$K_{r,l}=2$	$K_{r,l}=3$	$K_{r,l}=4$
ТО-2	1	11,28	11,28	11,28	11,28
	2	6,07	5,65	5,65	5,65
	3	4,33	3,91	3,76	3,76
	4	3,47	3,05	2,91	2,84
	5	3,09	2,69	2,52	2,45
	6	3,07	2,65	2,5	2,43
ТО-3	1	25,94	25,94	25,94	25,94
	2	13,4	12,98	12,98	12,98
	3	9,22	8,8	8,65	8,65
	4	7,15	6,72	6,56	6,51
	5	5,93	5,54	5,37	5,31
	6	5,4	4,91	4,82	4,71
	7	5,22	4,79	4,64	4,59
ТО-3 ^{пр}	1	39,12	39,12	39,12	39,12
	2	19,98	19,56	19,56	19,56
	3	13,61	13,19	13,05	13,05
	4	10,47	10,05	9,89	9,83
	5	8,61	8,21	8,06	7,98
	6	7,52	7,21	7,03	6,84
	7	7,04	6,65	6,5	6,43
	8	6,9	6,45	6,34	6,27
ТО-3 ^{кр}	1	42,32	42,32	42,32	42,32
	2	21,59	21,17	21,17	21,17
	3	14,68	14,27	14,11	14,11
	4	11,24	10,86	10,68	10,66
	5	9,34	9	8,87	8,84
	6	8,65	8,23	7,99	7,96
	7	8,34	7,92	7,76	7,7
	8	8,24	7,82	7,67	7,62

Примітка: інші типи облад. по 1.

Таблиця Д.2 – Результати моделювання ТП ТО трактора ХТЗ–150К–09 для різної кількості $K_{r,l}$ при фронті $f=2$

Вид ТО	$u, \text{чол.}$	Тривалість ТП ТО $T_{T.П.}$, год.			
		$K_{r,l}=1$	$K_{r,l}=2$	$K_{r,l}=3$	$K_{r,l}=4$
ТО-2	1	11,28	11,28	11,28	11,28
	2	5,86	5,54	5,54	5,54
	3	4,05	3,77	3,67	3,67
	4	3,15	2,9	2,79	2,76
	5	2,79	2,53	2,45	2,38
	6	2,66	2,46	2,38	2,34
	7	2,65	2,44	2,36	2,33
ТО-3	1	25,94	25,94	25,94	25,94
	2	13,19	12,87	12,87	12,87
	3	8,93	8,67	8,56	8,56
	4	6,81	6,56	6,47	6,42
	5	5,55	5,29	5,22	5,18
	6	4,75	4,54	4,45	4,41
	7	4,25	4	3,94	3,92
	8	3,99	3,81	3,73	3,65
	9	3,89	3,7	3,6	3,56
	10	3,79	3,61	3,54	3,5
ТО-3 ^{пр}	1	39,12	39,12	39,12	39,12
	2	19,77	19,46	19,46	19,46
	3	13,32	13,04	12,94	12,94
	4	10,1	9,85	9,75	9,71
	5	8,19	7,93	7,85	7,81
	6	6,94	6,72	6,61	6,57
	7	6,08	5,83	5,74	5,69
	8	5,46	5,25	5,14	5,11
	9	4,99	4,82	4,73	4,68
	10	4,66	4,53	4,42	4,35
	11	4,47	4,28	4,19	4,08
	12	4,31	4,11	4,01	3,98
	13	4,25	4,05	3,9	3,87
	14	4,15	3,9	3,86	3,79
ТО-3 ^{кр}	1	42,32	42,32	42,32	42,32
	2	21,37	21,06	21,06	21,06
	3	14,39	14,11	14,01	14,01
	4	10,91	10,65	10,56	10,53
	5	8,85	8,59	8,48	8,46
	6	7,5	7,23	7,18	7,12
	7	6,55	6,34	6,22	6,2
	8	5,91	5,69	5,55	5,52
	9	5,46	5,24	5,14	5,11
	10	5,14	4,83	4,78	4,75
	11	4,87	4,55	4,52	4,48
	12	4,7	4,45	4,34	4,31
	13	4,62	4,31	4,23	4,17
	14	4,59	4,22	4,14	4,08

Продовження додатку Д

Таблиця Д.3 – Результати моделювання ТП ТО трактора ХТЗ–3522 для різної кількості $K_{r,l}$ при фронті $f=1$

Вид ТО	$u, \text{чол.}$	Тривалість ТП ТО $T_{Т.П.}$, год.			
		$K_{r,l}=1$	$K_{r,l}=2$	$K_{r,l}=3$	$K_{r,l}=4$
ТО-2	1	6,98	6,98	6,98	6,98
	2	3,68	3,49	3,49	3,49
	3	2,59	2,41	2,38	2,38
	4	2,31	2,12	2,09	2,03
ТО-3	1	9,02	9,02	9,02	9,02
	2	4,7	4,51	4,51	4,51
	3	3,51	3,29	3,27	3,27
	4	3,31	3,18	3,11	3,03
ТО-3 ^{пр}	1	15,49	15,49	15,49	15,49
	2	7,94	7,75	7,75	7,75
	3	5,48	5,29	5,26	5,26
	4	4,48	4,24	4,19	4,14
	5	4,21	3,98	3,95	3,91
	6	4,13	3,94	3,91	3,85
ТО-3 ^{кр}	1	18,74	18,74	18,74	18,74
	2	9,56	9,37	9,37	9,37
	3	6,59	6,38	6,32	6,32
	4	5,72	5,47	5,35	5,32
	5	5,56	5,37	5,32	5,3
	6	5,52	5,34	5,28	5,26

Таблиця Д.4 – Результати моделювання ТП ТО трактора ХТЗ–3522 для різної кількості $K_{r,l}$ при фронті $f=2$

Вид ТО	$u, \text{чол.}$	Тривалість ТП ТО $T_{Т.П.}$, год.			
		$K_{r,l}=1$	$K_{r,l}=2$	$K_{r,l}=3$	$K_{r,l}=4$
ТО-2	1	6,98	6,98	6,98	6,98
	2	3,58	3,44	3,44	3,44
	3	2,45	2,33	2,31	2,31
	4	1,89	1,77	1,76	1,72
	5	1,58	1,46	1,44	1,41
	6	1,42	1,29	1,27	1,24
	7	1,35	1,21	1,17	1,14
	8	1,34	1,16	1,13	1,09
ТО-3	1	9,02	9,02	9,02	9,02
	2	4,61	4,46	4,46	4,46
	3	3,14	3,01	2,99	2,99
	4	2,44	2,32	2,3	2,26
	5	2,11	1,94	1,92	1,89
	6	1,91	1,78	1,76	1,71
	7	1,87	1,69	1,67	1,62
	8	1,85	1,67	1,64	1,59
ТО-3 ^{пр}	1	15,49	15,49	15,49	15,49
	2	7,84	7,7	7,7	7,7
	3	5,3	5,16	5,15	5,15
	4	4,04	3,91	3,9	3,86
	5	3,3	3,19	3,16	3,11
	6	2,87	2,71	2,69	2,64
	7	2,6	2,47	2,44	2,4
	8	2,48	2,31	2,28	2,24
	9	2,38	2,28	2,25	2,21
ТО-3 ^{кр}	1	18,74	18,74	18,74	18,74
	2	9,47	9,32	9,32	9,32
	3	6,37	6,25	6,22	6,22
	4	4,84	4,73	4,7	4,67
	5	3,96	3,84	3,83	3,82
	6	3,41	3,38	3,35	3,28
	7	3,21	3,08	3,01	2,96
	8	3,08	2,91	2,88	2,78
	9	2,99	2,82	2,79	2,77
	10	2,97	2,78	2,74	2,72

Продовження додатку Д

Таблиця Д.5 – Результати моделювання ТП ТО тракторів ХТЗ в спільному потоці для різної кількості $K_{r,l}$ при фронті $f=1$

Вид ТО	и,чол.	Тривалість ТП ТО $T_{T,л.}$, год.			
		$K_{r,l}=1$	$K_{r,l}=2$	$K_{r,l}=3$	$K_{r,l}=4$
ТО-2	1	13,62	13,62	13,62	13,62
	2	7,26	6,81	6,81	6,81
	3	5,14	4,69	4,54	4,54
	4	4,1	3,67	3,52	3,44
	5	3,67	3,21	3,06	2,99
	6	3,52	3,08	2,92	2,84
ТО-3	1	28,35	28,35	28,35	28,35
	2	14,63	14,18	14,18	14,18
	3	10,05	9,6	9,45	9,45
	4	7,78	7,33	7,2	7,11
	5	6,46	6,01	5,89	5,8
	6	5,69	5,23	5,13	5,06
	7	5,42	4,97	4,82	4,74
ТО-3 ^{пр}	1	40,57	40,57	40,57	40,57
	2	20,74	20,29	20,29	20,29
	3	14,13	13,68	13,53	13,53
	4	10,9	10,42	10,27	10,22
	5	9,02	8,55	8,41	8,38
	6	8,03	7,43	7,41	7,22
	7	7,55	7,11	7	6,88
	8	7,46	7,01	6,86	6,78
ТО-3 ^{кр}	1	43,98	43,98	43,98	43,98
	2	22,44	21,99	21,99	21,99
	3	15,27	14,82	14,66	14,66
	4	11,76	11,29	11,14	11,04
	5	9,85	9,38	9,31	9,08
	6	9,09	8,71	8,52	8,46
	7	8,82	8,4	8,21	8,14
	8	8,76	8,31	8,16	8,08

Таблиця Д.6 – Результати моделювання ТП ТО тракторів ХТЗ в спільному потоці для різної кількості $K_{r,l}$ при фронті $f=2$

Вид ТО	и,чол.	Тривалість ТП ТО $T_{T,л.}$, год.			
		$K_{r,l}=1$	$K_{r,l}=2$	$K_{r,l}=3$	$K_{r,l}=4$
ТО-2	1	13,62	13,62	13,62	13,62
	2	7,03	6,7	6,7	6,7
	3	4,84	4,54	4,44	4,44
	4	3,76	3,48	3,38	3,36
	5	3,26	3,03	2,92	2,89
	6	3,11	2,88	2,79	2,73
	7	3,09	2,85	2,76	2,71
	8	3,07	2,83	2,74	2,68
	9	3,05	2,8	2,71	2,65
ТО-3	1	28,35	28,35	28,35	28,35
	2	14,4	14,06	14,06	14,06
	3	9,75	9,45	9,35	9,35
	4	7,43	7,15	7,06	7,01
	5	6,06	5,79	5,68	5,64
	6	5,16	4,89	4,83	4,77
	7	4,54	4,33	4,25	4,17
	8	4,23	3,99	3,92	3,86
	9	4,01	3,77	3,68	3,6
	10	3,89	3,69	3,6	3,54
	11	3,84	3,62	3,54	3,49
	12	3,81	3,58	3,51	3,47
ТО-3 ^{пр}	1	40,57	40,57	40,57	40,57
	2	20,51	20,18	20,18	20,18
	3	13,83	13,53	13,43	13,43
	4	10,49	10,21	10,11	10,06
	5	8,53	8,22	8,14	8,1
	6	7,22	6,96	6,84	6,82
	7	6,37	6,09	5,98	5,95
	8	5,73	5,42	5,4	5,3
	9	5,27	5,02	4,96	4,86
	10	4,95	4,65	4,6	4,51
	11	4,74	4,44	4,37	4,28
	12	4,54	4,22	4,24	4,13
	13	4,37	4,07	4,08	3,9
	14	4,33	4	3,9	3,84
ТО-3 ^{кр}	1	43,98	43,98	43,98	43,98
	2	22,22	21,88	21,88	21,88
	3	14,96	14,66	14,57	14,57
	4	11,35	11,06	10,94	10,92
	5	9,22	8,92	8,84	8,81
	6	7,78	7,56	7,46	7,39
	7	6,82	6,59	6,53	6,43
	8	6,17	5,93	5,89	5,79
	9	5,79	5,41	5,32	5,24
	10	5,42	5,14	5,09	4,92
	11	5,09	4,87	4,8	4,69
	12	5,04	4,72	4,62	4,52
	13	4,93	4,6	4,45	4,39
	14	4,84	4,41	4,27	4,17

**РЕЗУЛЬТАТИ ПОРІВНЯННЯ РІЧНИХ ПРИВЕДЕНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ВИТРАТ РІЗНОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ**

Таблиця Е.1 - Порівняння річних приведених технологічних витрат монопредметної монотехнологічної та монопредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ–150К–09 для різної продуктивності ПТО

№ п/п	Продуктивність ПТО Q_p , ТО/рік				Сумарні витрати на різні ТО виробничої структури ПТО монопредметної монотехнологічної спеціалізації, $\Sigma_{птоі}$ грн.	Сумарні витрати на різні ТО виробничої структури ПТО монопредметної політехнологічної спеціалізації, $\Sigma_{пто сп}$ грн.	Різниця витрат на різні ТО, грн.
	ТО-2	ТО-3	ТО-3 _{шр}	ТО-3 _{кр}			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	46	23	17	6	868844,87	261484,78	607360,09
	89	45	33	11	868844,87	309484,78	559360,09
	130	65	49	16	868844,87	357484,78	511360,09
	167	84	63	21	964844,87	405484,78	559360,09
	198	99	74	25	1012844,87	453484,78	559360,09
	214	107	80	27	1012844,87	501484,78	511360,09
	221	110	83	28	1012844,87	549484,78	463360,09
	222	111	83	28	1012844,87	597484,78	415360,09
2	46	23	17	6	903616,87	270177,78	633439,09
	93	46	35	12	903616,87	318177,78	585439,09
	140	70	52	17	903616,87	366177,78	537439,09
	186	93	70	23	1047616,87	414177,78	633439,09
	229	115	86	29	1047616,87	462177,78	585439,09
	260	130	98	33	1047616,87	510177,78	537439,09
	268	134	100	33	1047616,87	558177,78	489439,09
	271	136	102	34	1047616,87	606177,78	441439,09
3	46	23	17	6	1050741,11	306958,84	743782,27
	94	47	35	12	1050741,11	354958,84	695782,27
	142	71	53	18	1098741,11	402958,84	695782,27
	189	94	71	24	1194741,11	450958,84	743782,27
	235	118	88	29	1194741,11	498958,84	695782,27
	279	140	105	35	1194741,11	546958,84	647782,27
	322	161	121	40	1290741,11	594958,84	695782,27
	364	182	136	45	1290741,11	642958,84	647782,27
	396	198	149	50	1386741,11	690958,84	695782,27
	423	212	159	53	1386741,11	738958,84	647782,27
	445	223	167	56	1434741,11	786958,84	647782,27
	453	227	170	57	1434741,11	834958,84	599782,27
	461	231	173	58	1434741,11	882958,84	551782,27
	468	234	176	59	1434741,11	930958,84	503782,27

Продовження додатку Е

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	46	23	17	6	1193153,18	345870,63	847282,55
	96	48	36	12	1193153,18	393870,63	799282,55
	143	72	54	18	1241153,18	441870,63	799282,55
	190	95	71	24	1337153,18	489870,63	847282,55
	237	119	89	30	1337153,18	537870,63	799282,55
	273	136	102	34	1337153,18	585870,63	751282,55
	327	163	123	41	1385153,18	633870,63	751282,55
	370	185	139	46	1433153,18	681870,63	751282,55
	405	202	152	51	1529153,18	729870,63	799282,55
	436	218	163	54	1577153,18	777870,63	799282,55
	463	231	173	58	1577153,18	825870,63	751282,55
	490	245	184	61	1625153,18	873870,63	751282,55
	505	252	189	63	1625153,18	921870,63	703282,55
	520	260	195	65	1625153,18	969870,63	655282,55
	533	266	200	67	1625153,18	1017870,63	607282,55
	543	272	204	68	1625153,18	1065870,63	559282,55
	550	275	206	69	1625153,18	1113870,63	511282,55
	556	278	208	69	1625153,18	1161870,63	463282,55
	562	281	211	70	1625153,18	1209870,63	415282,55
572	286	215	72	1673153,18	1257870,63	415282,55	
5	46	23	17	6	1260386,67	359370,23	901016,44
	96	48	36	12	1260386,67	407370,23	853016,44
	143	72	54	18	1308386,67	455370,23	853016,44
	190	95	71	24	1404386,67	503370,23	901016,44
	238	119	89	30	1404386,67	551370,23	853016,44
	283	142	106	35	1404386,67	599370,23	805016,44
	329	164	123	41	1500386,67	647370,23	853016,44
	372	186	139	46	1548386,67	695370,23	853016,44
	409	204	153	51	1596386,67	743370,23	853016,44
	443	221	166	55	1644386,67	791370,23	853016,44
	473	236	177	59	1644386,67	839370,23	805016,44
	496	248	186	62	1692386,67	887370,23	805016,44
	516	258	194	65	1692386,67	935370,23	757016,44
	533	267	200	67	1692386,67	983370,23	709016,44
	549	274	206	69	1692386,67	1031370,23	661016,44
	559	279	209	70	1692386,67	1079370,23	613016,44
	570	285	214	71	1692386,67	1127370,23	565016,44
	576	288	216	72	1740386,67	1175370,23	565016,44
	581	291	218	73	1788386,67	1223370,23	565016,44
	589	294	221	74	1788386,67	1271370,23	517016,44
590	295	221	74	1788386,67	1319370,23	469016,44	
595	297	223	74	1788386,67	1367370,23	421016,44	
598	299	224	75	1788386,67	1415370,23	373016,44	
601	300	225	75	1788386,67	1463370,23	325016,44	
603	301	226	75	1788386,67	1511370,23	277016,44	

Продовження додатку Е


Таблиця Е.2 - Порівняння річних приведених технологічних витрат монопредметної політехнологічної та поліпредметної політехнологічної спеціалізації тракторів ХТЗ для різної продуктивності ПТО

№ п/п	Продуктивність ПТО Q_p , ТО/рік				Сумарні витрати на різні ТО виробничої структури ПТО монопредметної політехнологічної спеціалізації, $\Sigma_{ТОi}$ грн.	Сумарні витрати на різні ТО виробничої структури ПТО поліпредметної політехнологічної спеціалізації, Σ_3 грн.	Різниця витрат на різні ТО, грн.
	ТО-2	ТО-3	ТО-3 ^{пр}	ТО-3 ^{кр}			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	43	21	16	5	868844,87	261484,78	607360,09
	82	41	31	10	868844,87	309484,78	559360,09
	119	59	44	15	868844,87	357484,78	511360,09
	153	76	57	19	1012844,87	405484,78	607360,09
	180	90	67	22	1012844,87	453484,78	559360,09
	196	98	74	25	1012844,87	501484,78	511360,09
	203	102	76	25	1012844,87	549484,78	463360,09
	204	102	77	26	1012844,87	597484,78	415360,09
2	43	21	16	5	903616,87	270177,78	633439,09
	85	43	32	11	903616,87	318177,78	585439,09
	128	64	48	16	903616,87	366177,78	537439,09
	170	85	64	21	1047616,87	414177,78	633439,09
	208	104	78	26	1047616,87	462177,78	585439,09
	238	119	89	30	1047616,87	510177,78	537439,09
	247	123	93	31	1047616,87	558177,78	489439,09
	249	125	93	31	1047616,87	606177,78	441439,09
3	43	21	16	5	1050741,11	306958,84	743782,27
	86	43	32	11	1050741,11	354958,84	695782,27
	130	65	49	16	1050741,11	402958,84	647782,27
	172	86	65	22	1194741,11	450958,84	743782,27
	215	107	81	27	1194741,11	498958,84	695782,27
	255	128	96	32	1194741,11	546958,84	647782,27
	296	148	111	37	1290741,11	594958,84	695782,27
	334	167	125	42	1338741,11	642958,84	695782,27
	374	187	140	47	1338741,11	690958,84	647782,27
	397	198	149	50	1386741,11	738958,84	647782,27
	414	207	155	52	1434741,11	786958,84	647782,27
	428	214	161	54	1434741,11	834958,84	599782,27
	440	220	165	55	1434741,11	882958,84	551782,27
444	222	167	56	1482741,11	930958,84	551782,27	


Продовження додатку Е

Продовження таблиці Е.2

1	2	3	4	5	6	7	8
4	43	21	16	5	1256154,67	358312,23	897842,44
	87	44	33	11	1256154,67	406312,23	849842,44
	130	65	49	16	1256154,67	454312,23	801842,44
	174	87	65	22	1400154,67	502312,23	897842,44
	216	108	81	27	1400154,67	550312,23	849842,44
	257	129	97	32	1400154,67	598312,23	801842,44
	298	149	112	37	1448154,67	646312,23	801842,44
	338	169	127	42	1544154,67	694312,23	849842,44
	375	188	141	47	1544154,67	742312,23	801842,44
	406	203	152	51	1592154,67	790312,23	801842,44
	434	217	163	54	1640154,67	838312,23	801842,44
	457	229	171	57	1688154,67	886312,23	801842,44
	481	240	180	60	1736154,67	934312,23	801842,44
	492	246	184	61	1736154,67	982312,23	753842,44
	504	252	189	63	1736154,67	1030312,23	705842,44
	513	256	192	64	1736154,67	1078312,23	657842,44
	519	260	195	65	1736154,67	1126312,23	609842,44
	524	262	196	65	1736154,67	1174312,23	561842,44
	531	266	199	66	1736154,67	1222312,23	513842,44
	536	268	201	67	1736154,67	1270312,23	465842,44
5	43	21	16	5	1260386,67	359370,23	901016,44
	87	44	33	11	1260386,67	407370,23	853016,44
	131	66	49	16	1260386,67	455370,23	805016,44
	174	87	65	22	1404386,67	503370,23	901016,44
	217	108	81	27	1404386,67	551370,23	853016,44
	259	129	97	32	1404386,67	599370,23	805016,44
	300	150	113	38	1500386,67	647370,23	853016,44
	341	170	128	43	1548386,67	695370,23	853016,44
	380	190	143	48	1596386,67	743370,23	853016,44
	412	206	154	51	1596386,67	791370,23	805016,44
	441	221	165	55	1644386,67	839370,23	805016,44
	466	233	175	58	1692386,67	887370,23	805016,44
	491	245	184	61	1740386,67	935370,23	805016,44
	509	255	191	64	1740386,67	983370,23	757016,44
	523	261	196	65	1740386,67	1031370,23	709016,44
	537	269	201	67	1740386,67	1079370,23	661016,44
	548	274	206	69	1740386,67	1127370,23	613016,44
	559	279	210	70	1788386,67	1175370,23	613016,44
	566	283	212	71	1788386,67	1223370,23	565016,44
	570	285	214	71	1788386,67	1271370,23	517016,44
575	287	216	72	1788386,67	1319370,23	469016,44	
579	289	217	72	1788386,67	1367370,23	421016,44	
581	291	218	73	1788386,67	1415370,23	373016,44	
586	293	220	73	1788386,67	1463370,23	325016,44	
594	297	223	74	1836386,67	1511370,23	325016,44	

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Ректор Львівського
національного аграрного
університету,
академік НААН України
В.В. Снітинський

15 травня 2015 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Генеральний директор
ПАО «Харківський
тракторний завод
ім. С. Орджонікідзе»
В.В. Губін

15 травня 2015 р.



АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи
Барабаша Руслана Івановича

За результатами досліджень, виконаних у дисертаційній роботі Барабаша Руслана Івановича, в ПАО «Харківський тракторний завод ім. С. Орджонікідзе» прийняті до впровадження такі наукові розробки:

1. Методика обґрунтування вибору основного ремонтно-технологічного обладнання для фірмових пунктів технічного обслуговування тракторів ХТЗ.
2. Результати обґрунтування вибору основного ремонтно-технологічного обладнання для фірмових пунктів технічного обслуговування тракторів ХТЗ.

Технічний директор АО «ХТЗ»

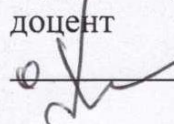


В.І. Аносов

Продовження додатку Ж

«ПОГОДЖЕНО»

Керівник навчального відділу
Львівського національного
аграрного університету,
доцент

 О.Я. Микула

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи
Львівського національного
аграрного університету,
професор

 І.Б. Яцив


АКТ

про впровадження НДР у навчальний процес

Ми, що підписалися нижче, завідувач кафедри експлуатації та технічного сервісу машин імені професора Семковича О.Д. Львівського національного аграрного університету, д.т.н., доцент Кузьмінський Р.Д., доценти цієї ж кафедри, к.т.н. Шарибура А.О. та к.т.н. Левчук О.В. з однієї сторони, а також виконавець НДР, здобувач кафедри експлуатації та технічного сервісу машин імені професора Семковича О.Д., Барабаш Р.І., з другої сторони, склали цей акт про впровадження результатів закінченої науково-дослідної роботи «Обґрунтування виробничої структури пунктів технічного обслуговування тракторів ХТЗ» у навчальний процес Львівського національного аграрного університету для підготовки студентів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів спеціальності 208 «Агроінженерія», виконання курсових проектів і дипломних робіт. Основні теоретичні положення дисертаційної роботи стали науково-методичною основою для розроблення програм дисциплін «Проектування ТП технічного сервісу», «Проектування сервісних підприємств». впроваджено:

- результати теоретичних положень структурно-параметричного аналізу та синтезу технологічних процесів технічного обслуговування, які виконуються на стаціонарних постах;
- результати теоретичних положень обґрунтування поліпредметної та політехнологічної спеціалізації стосовно технологічних процесів технічного обслуговування тракторів;
- методику та програмне забезпечення щодо визначення параметрів і показників ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ.

Кузьмінський Р.Д.

Шарибура А.О.

Левчук О.В.




Барабаш Р.І.





УКРАЇНА

 (19) UA (11) 20256 (13) U
 (51) МПК (2006)
 B25B 13/00

 МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
 І НАУКИ УКРАЇНИ

 ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ

 ОПИС
 ДО ПАТЕНТУ
 НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

 видається під
 відповідальність
 власника
 патенту

(54) КОМБІНОВАНИЙ ГАЙКОВИЙ КЛЮЧ

1

2

(21) u200608074

(22) 18.07.2006

(24) 15.01.2007

(46) 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007 р.

 (72) Галушка Володимир Петрович, Гайдучок Валентина Марківна, Барабаш Руслан Іванович
 (73) ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1. Комбінований гайковий ключ, що містить рукоятку, виконану з упором у вигляді сегментоподібного виступу, хорда якого паралельна поздовжній осі рукоятки, шарнірно з'єднаної з затискачем,

 що підпружинений пружиною відносно рукоятки, який **відрізняється** тим, що сегментоподібний виступ плавно переходить у майданчик S - подібного перерізу для закріплення різьбових виробів з квадратною головкою, затискач має зуб, виконаний під гострим кутом до осі рукоятки, причому робочі поверхні затискача утворені поверхнями, що перетинаються, з можливістю взаємодії з гранями кріпильних елементів різних типорозмірів.

 2. Комбінований гайковий ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що на зубі затискача виконано отвір для фіксації затискача в робочому положенні.

Корисна модель відноситься до машинобудування в галузі пристроїв та інструменту для розкручування та закручування різьбових з'єднань (гайок, болтів та інших кріпильних виробів з обмеженими поверхнями) і може бути використаний в різноманітних галузях промисловості.

Відомі інструменти для розгвинчування та загвинчування - гайкові ключі, які входять до комплектів та наборів інструменту і призначені лише для даного типу та розміру головок болтів чи гайок [Вал. М. Гайдучок, Вол. М. Гайдучок. Довідник слюсаря-ремонтника сільськогосподарських машин. - Львів. - Каменярь, -1982.- С. 15-18; В.М. Семенов. Нестандартный инструмент для разборочно-сборочных работ. - М.: Агропромиздат, 1985.- С. - 58-107].

Недоліком більшості цих інструментів є те, що вони призначені для закручування - відкручування нарізних деталей лише одного типорозміру.

Найбільш близьким за технічним вирішенням до запропонованої корисної моделі є гайковий ключ, який містить рукоятку з упором у вигляді сегментоподібного виступу, хорда якого паралельна поздовжній осі рукоятки. Рукоятка шарнірно з'єднана з затискачем, підпружиненим пружиною відносно рукоятки. Робоча поверхня затискача утворена площинами, що перетинаються, для взаємодії з гранями кріпильних елементів [авторське свідоцтво СРСР №1196246, опубліковано 07.12.85; Бюл.№45].

Недоліком даного гайкового ключа є те, що

робоча поверхня затискача утворена площинами, що перетинаються, призначеними для взаємодії з гранями кріпильних елементів лише одного типорозміру.

В основу корисної моделі поставлено завдання удосконалити конструкцію гайкового ключа для підвищення продуктивності праці та економії металу.

Поставлене завдання вирішується тим, що у комбінованому гайковому ключі, що містить рукоятку, виконану з упором у вигляді сегментоподібного виступу, хорда якого паралельна поздовжній осі рукоятки, шарнірно з'єднаної з затискачем, що підпружинений пружиною відносно рукоятки, згідно з корисною моделлю, сегментоподібний виступ плавно переходить у майданчик (S - подібного перерізу) для закріплення різьбових виробів з квадратною головкою. Затискач 6 має зуб, виконаний під гострим кутом до осі рукоятки, причому робочі поверхні затискача утворені поверхнями, що перетинаються, які призначені для взаємодії з гранями кріпильних елементів різних типорозмірів.

Поставлене завдання вирішується ще тим, що на зубі затискача виконано отвір для фіксації затискача в робочому положенні.

Конструкція запропонованого комбінованого гайкового ключа представлена на кресленні (загальний вигляд).

Комбінований гайковий ключ містить рукоятку 1, виконану з упором 2 у вигляді сегментоподібного виступу, хорда якого паралельна поздовжній осі

(19) UA (11) 20256 (13) U

3

20256

4

рукоятки 1. Рукоятка 1 шарнірно з'єднана (за допомогою осі 9) з затискачем 6, що підпружинений пружиною 4 відносно рукоятки 1, на якій сегментоподібний виступ плавно переходить у хвилястий (S-подібного перерізу) майданчик 3 для закріплення різьбових виробів з квадратною головкою. Затискач 6 має отвір 7 та зуб 8, виконаний під гострим кутом до осі рукоятки 1. Робочі поверхні 5 і 10 затискача 6 утворені поверхнями, що перетинаються, які призначені для взаємодії з гранями кріпильних елементів: поверхня 5 - для квадратних головок, а поверхня 10 - для шестиграних і трикутних. На зубі 8 для поліпшення безпеки праці виконано отвір для фіксації затискача 6 в робочому положенні, на рукоятці 1 закріплені осі 11 та 13 планки фіксатора 12.

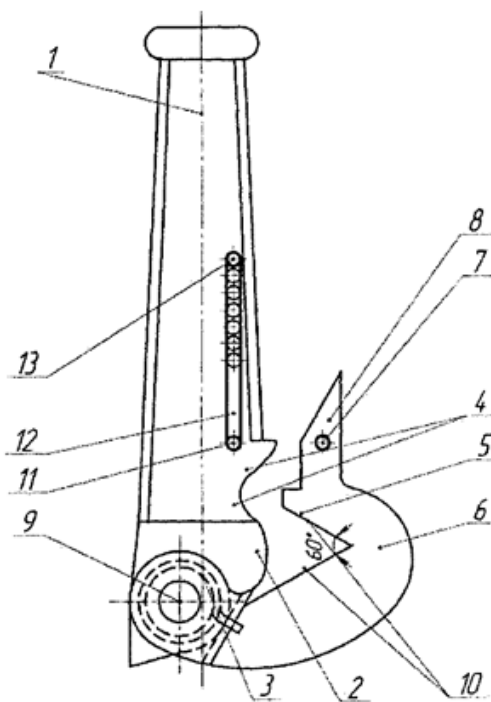
Комбінований гайковий ключ працює наступним чином.

Внутрішню поверхню рукоятки 1 (повернену до затискача 6) стилюють з гранями кріпильного елемента (на кресленні не вказано) та відтягують її,

наближаючи таким чином зуб 8 до граней кріпильного елемента. При цьому затискач 6 повертається навколо осі 9, пропускаючи кріпильний елемент (на кресленні не вказано) всередину. Затискач 6 під дією пружини 4 повертається у вихідну позицію і охоплює робочою поверхнею, утвореною перетинанням площин поверхонь 5 і 10, грані кріпильного елемента. Після цього рукоятку 1 починають провертати за годинниковою стрілкою. Упор 2, який виконано у вигляді сегментоподібного виступу, та поверхня майданчика 3 рукоятки 1 упираються в грані кріпильного елемента і таким чином закручують його.

Для відкручування кріпильного елемента ключ перевертають.

Запропоноване конструктивне удосконалення комбінованого гайкового ключа дозволяє закручувати та відкручувати кріпильні елементи всіма своїми контактними поверхнями, суттєво скорочуючи тривалість налаштування ключа з одного типорозміру кріпильних елементів на інший.



Фіг.