

О. М. Шокарєв, В. М. Кюрман, С. В. Кюрман, А. М. Побігун

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН

*Навчальний посібник
для студентів інженерних спеціальностей
на освітніх рівнях «Бакалавр» «Магістр»*

Мелітополь 2019

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

О. М. Шокарев, В. М. Кюрчев, С. В. Кюрчев, А. М. Побігун

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ
ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН**

*Навчальний посібник
для студентів інженерних спеціальностей
на освітніх рівнях «Бакалавр» «Магістр»*

Мелітополь 2019

УДК 631.3.004.5

0 - 64

Рекомендовано вченою радою Таврійського державного агротехнологічного університету, як навчальний посібник для студентів і викладачів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів

Автори: **О. М. Шокарев,** кандидат технічних наук, доцент;
В. М. Кюрчев доктор технічних наук, професор,
член-кореспондент НААН України;
С. В. Кюрчев кандидат технічних наук, професор;

За редакцією: **О. М. Шокарева.**

Рецензенти: **В. Д. Войтюк,** доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технічного професор,
та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка НУБіП України;

С. О. Харченко, доктор технічних наук, професор
кафедри оптимізації технологічних
систем Харківського національного
технічного університету сільського
господарства імені Петра Василенка;

В. А. Дідур, доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технічного сервісу та
систем в АПК Таврійського державного
агротехнологічного університету

Організація та технологія технічного сервісу машин: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей на освітніх рівнях «Бакалавр», «Магістр» / О. М. Шокарев, В. М. Кюрчев, С. В. Кюрчев, А. М. Побігун : // за ред. О. М. Шокарева. – Мелітополь, ТОВ «ФОРВАРДПРЕСС», 2019, - 307с. ISBN 978-966-97892-0-4

Наведено основні напрями удосконалення інженерного забезпечення та висвітлено питання методології обґрунтування рішень з технічного сервісу машин. Розглянуті питання технології технічного обслуговування, діагностування та зберігання техніки, а також організації та управління технологічними процесами технічного сервісу в підприємствах АПК. Представлено основи технологічного проектування пунктів технічного сервісу техніки, в тому числі і машин тваринницьких ферм, з вирішенням конкретних прикладів розрахунку виробничих програм, кількості засобів технічного сервісу машин, оптимального складу служби з технічного сервісу техніки. Визначено ефективні методи забезпечення машин запасними частинами, паливо-мастильними та іншими експлуатаційними матеріалами, як складової технічного сервісу машин. Наведено методику обґрунтування блок-схеми алгоритму вибору ефективного способу відновлення деталей.

Для студентів інженерних спеціальностей освітніх рівнів «Бакалавр» та «Магістр». Посібник буде корисний аспірантам і науковцям, а також фахівцям інженерно-технічної служби агропромислового комплексу.

ISBN 978-966-97892-0-4

Зміст

Передмова.....	7
1. Задачі технічного сервісу в АПК.....	8
2. Критерії ефективності проведення технічного сервісу.....	12
3. Організація проведення технічного сервісу.....	17
3.1 Моделювання оптимального складу машинно-тракторного парку господарств, які плануються обслуговувати.....	17
3.2 Методи планування виробничої програми технічного обслуговування машин.....	21
3.3 Вибір засобів технічного обслуговування та діагностування.....	24
3.4 Оптимізація кількості постів в пункту технічного обслуговування машин.....	33
3.5 Розподіл об'ємів робіт між об'єктами ТО машин.....	37
3.6 Вибір місця зберігання техніки.....	41
3.7 Розрахунок кількості та площ майданчиків для зберігання техніки.....	45
3.8 Організація комплексного пункту технічного сервісу техніки.....	54
4. Забезпечення машин паливо-мастильними та іншими експлуатаційними матеріалами.....	72
4.1 Організація нафтопродуктозабезпечення підприємства. Технологічні процеси видачі нафтопродуктів.....	72
4.2 Технічне обслуговування технологічного обладнання.....	73
4.3 Шляхи зменшення втрат нафтопродуктів.....	76
4.4 Техніка безпеки та охорона навколишнього середовища при роботі з паливо-мастильними матеріалами.....	83

4.5.	Обґрунтування оптимальної кількості пересувних механізованих заправників.....	87
5.	Технічне діагностування машин.....	90
5.1.	Задачі технічного діагностуванні.....	90
5.2.	Способи та засоби діагностування машин.....	98
5.3.	Загальний технологічний процес діагностування та ТО машин.....	101
5.4.	Діагностування двигуна внутрішнього згорання.....	105
5.5.	Діагностування двигуна внутрішнього згорання з розподільним послідовним вприском палива.....	111
5.6.	Прогнозування залишкового ресурсу.....	116
5.7.	Обґрунтування необхідної точності вимірів діагностичних параметрів.....	119
5.8.	Нормування номінальних, граничних та допустимих значень діагностичних і структурних параметрів.....	123
5.9.	Обґрунтування періодичності діагностування.....	128
5.10.	Діагностування і технічне обслуговування шасі тракторів.....	134
5.11.	Розробка блок-схеми послідовності перевірки та ліквідації несправностей агрегатів машин.....	138
6.	Обґрунтування бази з технічного сервісу машин тваринницьких ферм.....	144
6.1.	Економічна доцільність обслуговування техніки тваринницьких ферм.....	144
6.2.	Обґрунтування періодичності обслуговування обладнання тваринницьких ферм.....	148
6.3.	Обґрунтування трудомісткості обслуговування техніки.....	161
6.4.	Модель функціонування бази технічного сервісу обладнання тваринницьких ферм та комплексів.....	167
6.5.	Монтажні та пусконаладжувальні роботи на фермах і комплексах.....	174

7.	Забезпечення господарств запасними частинами.....	182
7.1.	Методика розрахунку потреби в вузлах і агрегатах, необхідних для підтримування працездатності машинно-тракторного парку.....	182
7.2.	Виробничий і технологічний процеси виготовлення запасних частин машин.....	187
7.3.	Основи технічного нормування.....	203
7.4.	Види пристосувань для механічної обробки.....	208
8.	Методика вибору раціонального способу відновлення деталей.....	213
8.1.	Обґрунтування блок-схеми алгоритму вибору ефективного способу відновлення деталей.....	213
8.2.	Обґрунтування раціонального способу відновлення методом багатокритеріального вибору за відстанню до цілі.....	224
9.	Управління якістю технічного сервісу машин.....	229
9.1.	Мета та задачі управління якістю технічного сервісу.....	229
9.2.	Загальна схема управління якістю.....	230
9.3.	Основні критерії якості технічного сервісу.....	230
10.	Лабораторний практикум.....	234
10.1.	Лабораторна робота № 1. Аналіз впливу технічного стану агрегатів гідравлічної системи трактора на техніко-економічні показники машинно-тракторного агрегату.....	234
10.2.	Лабораторна робота № 2. Вплив технічного стану елементів паливного насосу на показники роботи двигуна.....	239
10.3.	Лабораторна робота № 3. Визначення залишкового моторесурсу.....	242
10.4.	Лабораторна робота № 4. Визначення оптимальних режимів заглибного насосу.....	247
10.5.	Лабораторна робота № 5. Вплив гідропідсилювання на роботу рульового керування автомобіля.....	249

10.6.	Лабораторна робота № 6. Вплив технічного стану елементів вакуумного насосу на показники його роботи.....	254
10.7.	Лабораторная работа № 7. Діагностування агрегатів автотракторного електрообладнання.....	258
10.8.	Лабораторна робота № 8. Дослідження впливу кута випередження моменту подачі палива на потужність двигуна.....	265
10.9.	Лабораторна робота № 9. Екологічний аналіз двигуна.....	271
10.10.	Лабораторна робота № 10. Технічне діагностування циліндропоршневої групи та клапанного механізму двигуна.....	284
10.11.	Лабораторна робота № 11. Діагностування гідравлічної системи навісного пристрою трактора.....	292
	Література.....	305

ПЕРЕДМОВА

По мірі підвищення оснащеності сільського господарства сучасною технікою все більш важливе значення придбає її високопродуктивне використання, яке багато залежить від раціональної організації технічного сервісу.

В цих умовах необхідна чітка державна політика з організації сучасного технічного сервісу в АПК. Організація технічного сервісу в нових економічних умовах потребує наукового підходу і нових форм, які забезпечують ефективне використання наявної матеріально-технічної бази сільськогосподарських виробників.

Одним з головних умов відновлення нормального рівня виробництва і виходу з економічної кризи являється створення ефективно діючої планово-попереджувальної системи технічного обслуговування, ремонту і формування державної політики в цьому напрямку.

Таким чином, одно з основних напрямів приведення агротехнічного сервісу у відповідність з потребами сільськогосподарського виробництва – це розробка і практична реалізація організаційних і економічних заходів з формування системи технічного обслуговування і ремонту машин, як складової частини системи матеріально-технічного постачання АПК, з урахуванням особливостей ринкової економіки.

Для вирішення цих та інших проблем експлуатації техніки необхідно провести великий комплекс робіт. Особливо важливе місце серед них займає питання оптимального управління надійністю машин. При цьому в якості основних керуючих показників виступають технічні вимоги на обслуговування і ремонт, вимоги, які визначають стан деталей, спряжень, вузлів, агрегатів машин в цілому, а також періодичність їх контролю. Звужуючи або розширюючи діапазон допустимих при обслуговуванні і ремонті розмірів деталей, значень параметрів стану (потужності, палива, температури, віброакустичного сигналу) і міжконтрольного періоду, можна управляти зносним станом машин, прогнозуючи безвідмовність, довговічність, міжремонтний ресурс, витрати запасних частин, експлуатаційні витрати на машини та інші важливі показники.

У забезпеченні успішної виробничої діяльності господарств важлива роль належить їхній ремонтній службі. Незважаючи на те, що значний обсяг складних видів ремонту виконується для господарств ремонтно-обслуговуючими підприємствами, великий обсяг ремонтних робіт виробляється власними силами господарств у майстернях.

1 ЗАДАЧІ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ В АПК

Розвиток технічного сервісу в кінцевому рахунку приводить до створення певної його системи, яка становиться складовою частиною агропромислового комплексу країни, а головною ціллю цієї системи повинно бути підвищення ефективності застосування машин в сільськогосподарському виробництві, збільшення наробітку до відмови, зниження витрат на експлуатацію, збільшення строку служби машин. Виконання робіт з технічного сервісу виражається в доцільному впливі робочої сили на засоби праці, тобто на сільськогосподарську техніку і машини. Ці відношення у ринкових умовах можуть встановлюватися самостійно господарюючими суб'єктами. На рисунку 1.1 вказані види робіт, що надаються технічним сервісом сільгоспвиробнику.

В теперішній час в Україні обсяги продажу нової техніки в сільське господарство різко скоротилися, недостатність всіх видів машин посилюється зниженням їх якості.

Знос техніки за амортизаційними строками досяг 70%, в працездатному стані вдається підтримувати трохи більше половини машин. При зберіганні таких тенденцій через 2...3 роки від машинно-тракторного парку залишиться лише третина бувшого потенціалу, а об'єми виробництва сільгосппродукції можуть знизитися до 30...35% від рівня 2001 року. В зв'язку з цим виникає необхідність в проведенні робіт з технічного обслуговування, поточного і капітального ремонту.

Слід відмітити, що виконуються в основному роботи з ремонту двигунів, паливної апаратури, а цього недостатньо, щоб підтримувати сільськогосподарську техніку в працездатному стані. Ні одне ремонтно-обслуговуюче підприємство на сьогоднішній день не займається капітальним ремонтом якоїсь певної марки машин або агрегату (крім двигунів). Це великий недолік, отже сільгоспвиробник ні в смозі самостійно якісно виконувати складні поточні, тим більш капітальні ремонти.

На підставі проведеного групування ремонтно-технічних підприємств за організаційно-правовим формам свідчить про те, що між підприємствами є істотні відмінності в ефективності виробництва. Об'єм виконаних ремонтно-обслуговуючих робіт за рік і за місяць на одного працюючого значно вище в спеціалізованих підприємствах, які були створені на базі бувших ремонтно-технічних підприємств. Це свідчить про те, що більш ефективні крупні ремонтно-обслуговуючі підприємства з сучасним технологічним обладнанням, кваліфікованими кадрами з чітко налагодженою системою, великою кількістю видів робіт і їх різноманітністю, великим обсягом ремонтно-обслуговуючих робіт, які виконуються, і, як наслідок, більш низькими тарифами на виконані роботи.

Види робіт технічного сервісу

Організаційно- - економічні	Технічно- експлуатаційні	Навчально- - консультаційні
Моніторинг потреби в сільськогосподарській техніці, роботах з її технічного обслуговування та ремонту	Передпродажна підготовка сільськогосподарської техніки її модернізація, забезпечення матеріалами і запасними частинами	Навчання персоналу, що обслуговує, експлуатує, і ремонтує техніку
Реклама сільськогосподарської техніки і її технічного обслуговування та ремонту	Діагностування, гарантійне і післягарантійне технічне обслуговування, ремонт і зберігання	Консультації по правилам експлуатації, технічного обслуговування і ремонту
Надання інформації про техніко-економічні характеристики сільськогосподарської техніки і ринні ціни на її придбання і обслуговування	Монтажні і пусканалагоджувальні роботи на місцевих ремонтних базах	Відпрацювання рекомендацій з експлуатації техніки в конкретних умовах виробництва
Розробка графіків проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту	Утилізація техніки і відновлення знятих вузлів і деталей	Демонстраційні покази нової техніки
	Ремонт, прокат і оренда малогабаритної техніки	

Рисунок 1.1 – Види робіт, що виконуються технічним сервісом в АПК

Крім всього названого, слід відмітити, що збільшення технічного сервісу веде до організації більшої кількості робочих місць, що дуже актуально на сьогоднішній день.

Передбачається створення дилерської служби, до складу якої будуть входити головні (регіональні) і районні технічні центри (рис. 1.2).

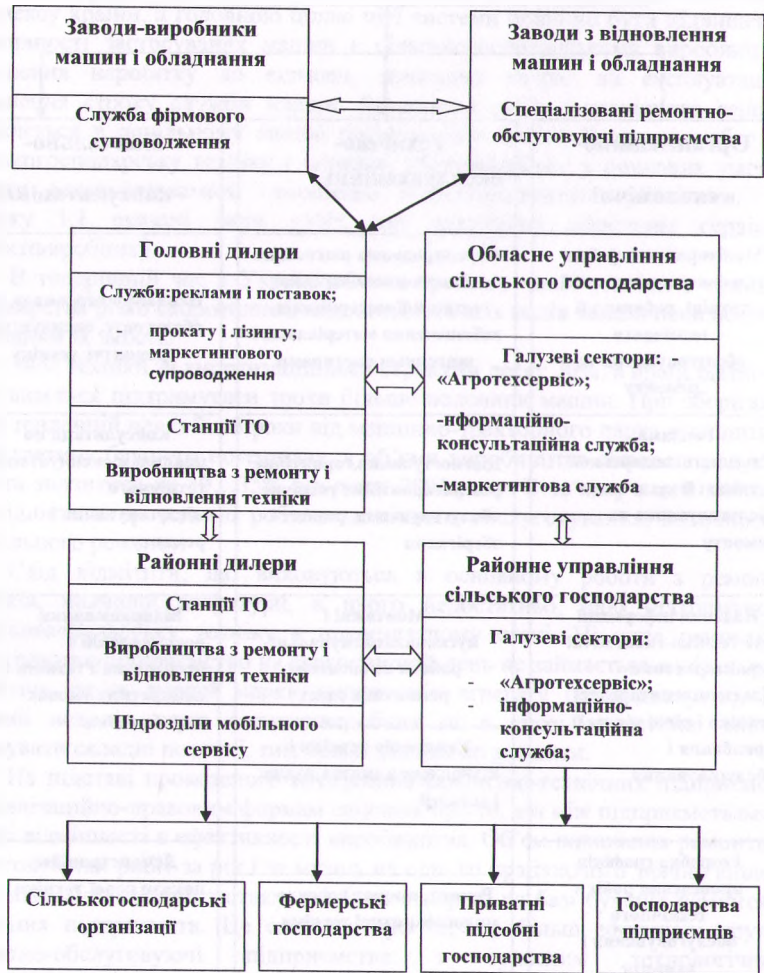


Рисунок 1.2 – Запропонована структура технічного сервісу АПК області

Структура технічного сервісу господарства – це об'єднання всіх технічних служб господарства (рис. 1.3).

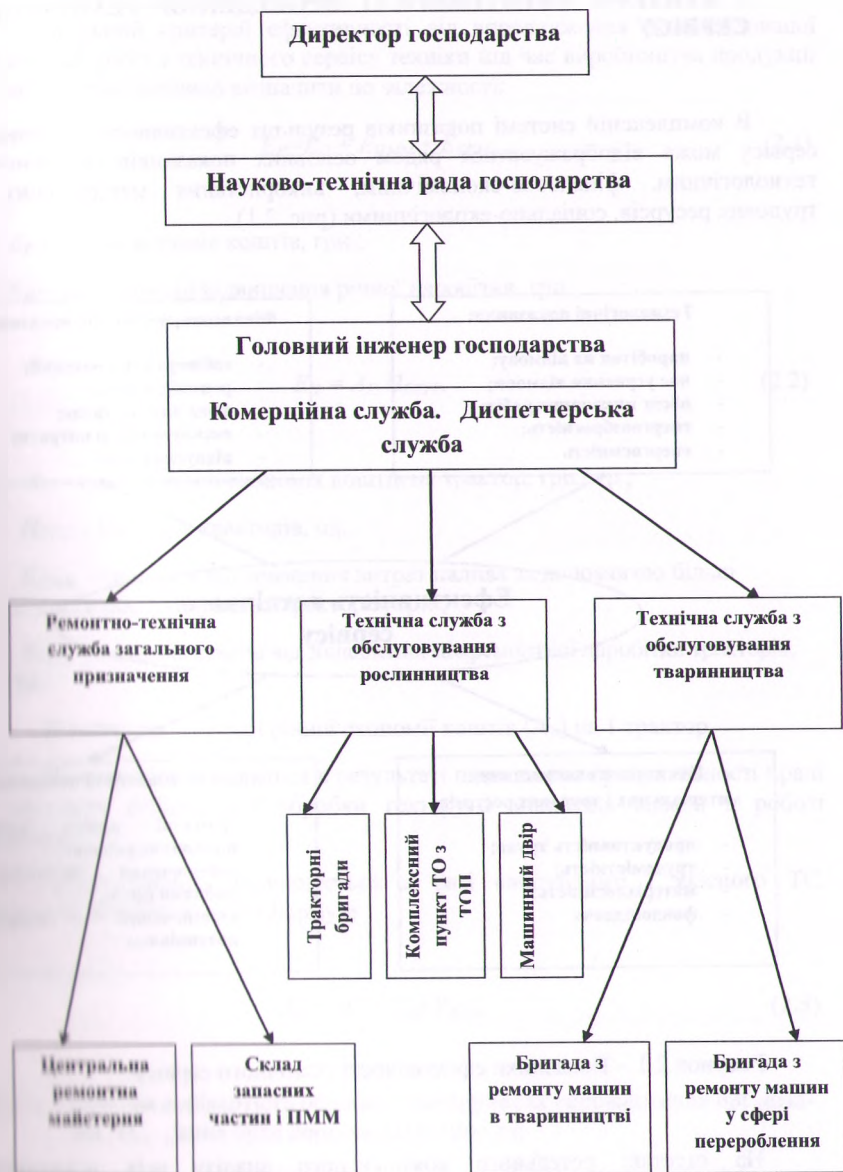


Рисунок 1.3 – Запропонована структура технічного сервісу господарства

2 КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

В комплексній системі показників результат ефективності технічного сервісу може відображатися рядом основних показників: виробничо-технологічним, фінансово-економічним, використання матеріальних і трудових ресурсів, соціально-екологічними (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Показники ефективності технічного сервісу

На підставі ретельного комплексного аналізу всіх показників виводиться загальна оцінка ефективності роботи підприємства технічного сервісу в цілому. Аналіз передбачає розгляд перспективного розвитку підприємства, удосконалення технологічного процесу, розвитку матеріально-технічної бази.

Загальний критерій ефективності від впровадження рекомендованої організації робіт з технічного сервісу техніки під час виробництва продукції рослинництва можливо визначити по залежності:

$$E_P = E_H + E_{ПММ} + E_{РЕМ} \quad (2.1)$$

де E_P – річна економія коштів, грн.;

E_H – економія від підвищення річної заробітки, грн.;

$$E_H = A_H H_{ЕТР} \quad (2.2)$$

де A_H – питома річна економія коштів на трактор, грн./тр.;

$H_{ЕТР}$ – кількість тракторів, од.;

$E_{ПММ}$ – економія від зниження витрат палива за допомогою більш якісного обслуговування тракторів, грн.;

$E_{РЕМ}$ – економія коштів від збільшення міжремонтної заробітки тракторів, грн.

Визначення питомої річної економії коштів (A_H) на 1 трактор.

Ця економія формується в результаті підвищення продуктивності праці і зниження собівартості обробки гектару і зниження відмов в роботі тракторів.

Відмовність підвищується в разі своєчасного і якісного ТС. Економія визначається по формулі

$$A_H = (C_i - C_n) \cdot U_{ЕТВ} \quad (2.3)$$

де C_n – планова собівартість обробки гектару після впровадження організації ТС, вона буде дорівнювати, грн./га;

C_i – собівартість обробки гектару до впровадження організації ТС у господарстві, грн.;

$$C_n = C_1 \cdot (1 - P_H / 100), \quad (2.4)$$

де P_H - відсоток зниження собівартості га, %;

$U_{ЕТВ}$ - річний наробіток на один трактор, га,

Визначається економія коштів від раціонального використання паливно-мастильних матеріалів по парку тракторів

Економія пов'язана з якісним проведенням ТС і визначається за формулою:

$$E_{ПММ} = 0,001 \cdot C_{ПММ} (P_{ТМ} / 100) \cdot Q_{ЕГА} \cdot U_{ЕТВ} \cdot N_{ЕТТР}, \quad (2.5)$$

де $C_{ПММ}$ - ціна дизельного палива, грн./т;

$P_{ТМ}$ - відсоток зниження витрат ПММ, %;

$Q_{ЕГА}$ - питома витрата палива на один гектар, кг/га.;

Визначення економії коштів на виконання ремонтів за рахунок збільшення фактичного міжремонтного ресурсу. Економію можливо визначити з рівняння:

$$E_{РЕМ} = P_{МР} / 100 \cdot (C_{ПР} + C_{КР}), \quad (2.6)$$

де $E_{РЕМ}$ - економія коштів від збільшення міжремонтного ресурсу тракторів, грн.;

$P_{МР}$ - відсоток збільшення міжремонтного ресурсу;

$C_{ПР}$, $C_{КР}$ - відповідно вартість капітального і поточного ремонту усіх тракторів.

Підставивши формули 2.2 ... 2.6 у формулу 2.1, отримуємо залежність для визначення кількісного параметру загального критерію ефективності технічного сервісу техніки, що впроваджується.

$$E_P = U_{ЕТВ} \cdot N_{ЕТТР} (C_1 \cdot P_H / 100 + 0,001 C_{ПММ} P_{ТМ} / 100 + P_{МР} / 100 \cdot (C_{ПР} + C_{КР})), \quad (2.7)$$

Важливою оцінкою сучасного стану технічного сервісу і подальшого його розвитку є ефективність його функціонування.

Ефективність технічного сервісу визначається шляхом порівнювання отриманого результату з витратами. На неї оказують вплив такі фактори, як: технічні, технологічні, організаційно-економічні, соціальні (рис. 2.2).

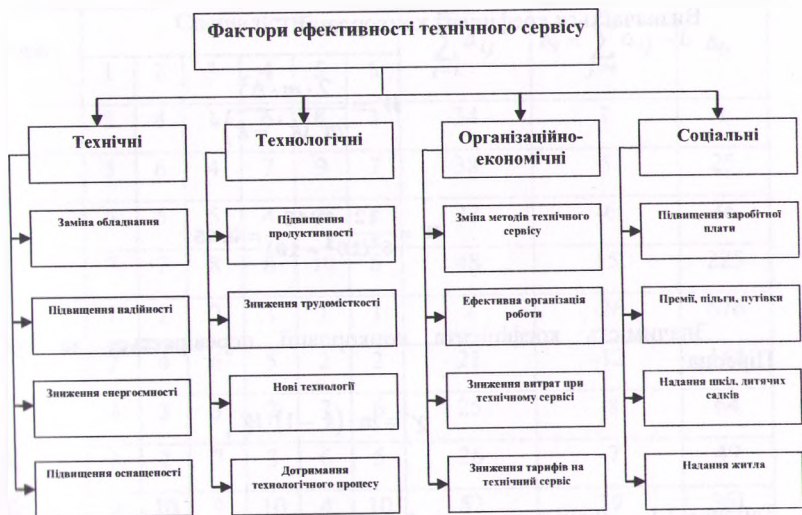


Рисунок 2.2 – Фактори підвищення ефективності технічного сервісу

Для визначення факторів, що найбільш сильно впливають на показник ефективності підприємства з технічного сервісу можливе проведення психологічного експерименту.

Після детального вивчення виробничого процесу технічного сервісу треба вибрати значення рівнів варіювання факторів, наприклад, які подані в таблиці 2.1.

Для проведення психологічного експерименту треба скласти анкети. Анкети заповнюються спеціалістами. Згідно заповнених даних складається алгоритм для визначення коефіцієнту погодження між спеціалістами (конкорданції), який представлений в таблиці 2.2. За кращий результат приймається найменше значення рангу i -го фактора у j -го спеціаліста.

Визначається середня сума добутків кожного елементу i -ї стрічки на елементи вектор-стовпчика:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}}{k}, \quad (2.8)$$

$$L = \frac{330}{10} = 33$$

Визначається коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{2 \cdot m \cdot \Delta_i^2}{m^2(k^3 - k)}, \quad (2.9)$$

$$W = \frac{12 \cdot 1942}{6^2(10^3 - 10)} = 0.65$$

Значимість коефіцієнта конкордації перевіряється за критерієм Пірсона:

$$\chi^2 = m \cdot (k - 1) \cdot W, \quad (2.10)$$

Таблиця 2.1 – Рівні варіювання факторів

№	Назва	X
1	Вартість обслуговування техніки	X ₁
2	Наявність оборотних коштів	X ₂
3	Програма обслуговування техніки	X ₃
4	Час знаходження техніки на обслуговуванні	X ₄
5	Номенклатура машин, що обслуговується	X ₅
6	Схема обслуговування техніки	X ₆
7	Транспортні витрати	X ₇
8	Наявність обмінного фонду	X ₈
9	Наявність конкуруючих підприємств	X ₉
10	Наявність кваліфікованих кадрів	X ₁₀

Таблиця 2.2 – Алгоритм для визначення коефіцієнту конкордації (матриця рангів)

Фактори	Спеціалісти						$\sum_{j=1}^m a_{ij}$	$\Delta_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} - L$	Δ_{i2}
	1	2	3	4	5	6			
X ₁	8	8	1	6	8	3	34	1	1
X ₂	5	6	4	7	9	7	38	5	25
X ₃	6	5	5	4	3	4	27	-6	36
X ₄	7	7	8	8	10	8	48	15	225
X ₅	1	1	2	1	1	1	7	-26	676
X ₆	2	4	6	5	2	2	21	-12	144
X ₇	4	3	3	2	7	6	25	-8	64
X ₈	3	2	7	3	6	5	26	-7	49
X ₉	9	10	9	10	4	10	52	19	361
X ₁₀	10	9	10	9	5	9	52	19	361
							330		1942

З таблиць звісно, що для 5%-го рівня значимості при $f = 10 - 1 = 9$ ступенях вільності величина

$$\chi_{0.05, 9}^2 < \chi_{0.05, 9}^2, \quad (2.11)$$

Так як табличне значення критерію Пірсона менше розрахункового.

$$\chi_{0.05, 9}^2 = 616,19 < \chi_{0.05, 9}^2 = 35,1$$

Тому можна з 95%-ою ймовірністю стверджувати, що думка спеціалістів відносно впливу факторів оцінюється коефіцієнтом конкордації $W=0,65$ та не є випадковою.

Для наочності зображення результатів психологічного експерименту за даними таблиці 2.2 будеться середня діаграма рангів розподілення факторів, що впливають на організацію технічного сервісу техніки (рис. 2.3).

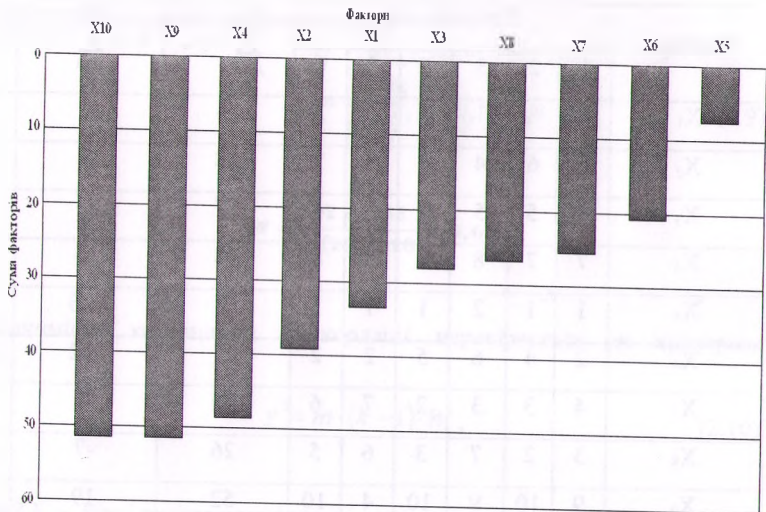


Рисунок 2.3 – Діаграма рангів розподілення факторів

На основі апріорного ранжування для подальшого опрацювання можливо обрати чотири фактори, а саме:

- X₅ – визначення номенклатури машин, що обслуговуються;
- X₆ – схема організації обслуговування техніки;
- X₇ – транспортні витрати;
- X₈ – наявність обмінного фонду.

Обрані фактори займають на діаграмі найнижчі позиції, припускаючи, що вони найбільш сильно впливають на показник ефективності підприємства з технічного сервісу.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

3.1 Моделювання оптимального складу машинно-тракторного парку господарств, які планується обслуговувати

Моделі оптимізації складу машинно-тракторного парку господарств, який планує обслуговувати підприємство технічного сервісу, визначають основні параметри поточного і перспективного планування, також дозволяють виявити найбільш оптимальні шляхи його використання і знайти можливості підвищення ефективності його використання.

В якості критерію оптимальності використовуються показники, що мінімізують (кількість машинно-тракторних агрегатів, тобто мінімум енергомашин, і мінімум витрат на паливно-мастильні матеріали).

При виборі машинно-тракторних агрегатів розглянемо наприклад три марки тракторів: ХТЗ-22021, два колісних Беларус 2022.3 і Беларус 1025 і набір сільськогосподарських машин для кожного виду робіт, які відрізняються високою продуктивністю і найбільшими витратами палива.

В результаті отримано два варіанта знаходження оптимального складу тракторів, зернозбиральних комбайнів і витрат ПММ.

За оптимальним рішенням господарства, які плануються обслуговуватися, повинні бути забезпечені 55 тракторами і 13 зернозбиральними комбайнами, структура яких представлена в таблиці 3.1. В результаті даного рішення відібрано співвідношення енергомашин, які забезпечують весь об'єм робіт, але з мінімальною кількістю техніки.

Результат оптимального рішення направлено з цільовою функцією на мінімум витрат ПММ різко відрізняється від попереднього рішення.

Тут господарствам потрібно вже 147 енергомашин, але витрати ПММ на 346,906 тонн менше (табл. 3.2)

В результаті отримані два кардинально різних рішення: купити більш продуктивну техніку (табл. 3.3) і витратити одночасних грошових коштів менше, ніж у другому варіанті або інвестувати під другий варіант, який буде щорічно економити на ПММ і приблизно через 5...7 років повністю окупить витрати, а також збереже більш високу зайнятість в господарстві.

В результаті аналізу варіантів та витрат на їх реалізацію можливо прийняти рішення про більшу доцільність фінансування МТП за першим варіантом рішення, під який в подальшому розраховується обслуговуюча база.

Таблиця 3.1 – Результати оптимізації МТП при цільовій функції на мінімум енергомашин

Марки	Місяці року												Максимальна потреба (за ПММ всього)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ХТЗ-22021		10	13	13		5	13	19	8	8			13
Беларус 2022.3			29	29	42	7	10	29	29	19	19		42
Комбайн Мега							13	8	8				13
ПММ, т		40	141,116	141,116	135,162	22,527	550,199	451,795	451,795	221,867	221,867		2377,444

Таблиця 3.2 – Результати оптимізації МТП при цільовій функції на мінімум витрат на ПММ

Марки	Місяці року													Максимальна потреба
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ХТЗ-22021		10	13	13		5	13	19	8	8			29	
Беларус 2022.3			40			5	29	29	19	19			40	

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Беларус 1025				29	43	7	20						43
Комбайн Дон							35	15	15				35
ГММ, т		40	141,116	102,111	89,113	22,527	281,495	455,221	455,221	221,867	221,867		2030,538

Таблиця 3.3 – Динаміка оновлення МТП в господарствах

Показник	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік	5-й рік	Всього
ХТЗ- 22021	3	2	2	2	2	13
Беларус 2022.3	10	8	8	8	8	42
Комбайн Мега	3	2	2	2	2	13
Вартість, млн грн.	13,21	7,87	7,87	7,87	7,87	44,72

3.2 Методи планування виробничої програми технічного обслуговування машин

Організація роботи по технічному обслуговуванню, діагностуванню і ремонту машин є основою для організаційного будівництва всієї системи технічного сервісу.

Існують бригадно-індивідуальна і спеціалізована форма організації технічного обслуговування. При бригадно-індивідуальній формі організації технічне обслуговування виконують трактористи-машиністи, і тільки під час складних операцій їм допомагає бригадир тракторної бригади або механік відділення. Отже при цієї формі відмічаються великі простоти агрегатів. Більш прогресивна форма організації ТО – спеціалізована. Вона передбачає виділення спеціальної ланки майстрів-наладчиків, яке має засоби механізації з комплектом приладів для діагностування.

Кількість ланок та їх склад визначають виходячи з парку машин, що обслуговуються, виду і трудомісткості робіт, які виконує ланка, продуктивності засобів діагностування

Організувати ТО та діагностування означає підібрати виконавця кожного елементу, визначити місце і режим їх роботи, вибрати необхідне обладнання, встановити способи контролю оплати праці. ТО і діагностування раціонально організоване коли виконується воно з найменшими витратами часу, праці і коштів при високої якості профілактичних робіт.

В теперішній час організацію ТО машин у господарствах будують за принципом спеціалізації праці при виконанні окремих операцій. Спеціалізація робіт дозволяє механізувати трудомісткі складні операції, підвищити якість обслуговування машин, поліпшити умови праці механізаторів.

Технічне обслуговування МТП у господарстві повинно плануватися за цілорічному графіку. В планах-графіках планується і відмічається проведення ТО-1, ТО-2, ТО-3 і СТО тракторів.

Наробіток трактору і періодичність ТО викладаються у кількості витраченого дизельного палива.

Обов'язковій і своєчасній постановці на ТО спонукає обмеженість видачі палива для трактора, якому у встановлений термін не проведено відповідне ТО. Управління постановкою тракторів на обслуговування у виді обмеженості у видачі палива на практиці забезпечується кількома методами : за допомогою талонів, жетонів, лімітно-облікових і сервісних книжок.

Планово - попереджувальна система технічного обслуговування тракторів передбачає обов'язкове періодичне обслуговування машин після виконання певного обсягу робіт. Складання річного плану технічного обслуговування тракторів включає визначення кількості і календарних строків проведення періодичних обслуговувань, розрахунків витрат праці і коштів на ТО.

Виробниче річне завдання за витратою палива кожним трактором встановлюється в залежності

$$T_z = (Y_{ETB} \cdot Q_{EГA} \cdot K) / 100, \quad (3.1)$$

де T_z - річне виробниче завдання з витрати палива на фізичний трактор, ц;

$U_{ЕГА}$ - наробіток на еталонний трактор за рік, ум.ет.га;

$Q_{ЕГА}$ - витрата палива на умовний еталонний трактор, кг/ет.га;

K - коефіцієнт переведу фізичного трактора в еталонний.

Підсумком є річна потреба у дизельному паливі на тракторні роботи (Q_T). При цьому обсяг робіт в умовних еталонних гектарах визначається:

$$D = (100 \cdot Q_T) / Q_{ЕГА} \quad (3.2)$$

Наступним кроком є встановлення витрат палива тракторами по місяцях року.

Зазвичай місячні витрати палива тракторами на виконання польових робіт розраховується за побудованими графіками машинновикористання. Однак у практиці планування також застосовується нормативний метод при якому використовується накопичена багаторічна інформація про місячне навантаження тракторів, що виражена у відсотках. А навантаження на трактор можуть виражатися у фізичному чи умовному еталонному гектарах, або у витраті палива (кг або ц).

Для подальшого планування складається таблиця витрат палива на кожен місяць експлуатації і визначається у відсотках від річної витрати палива.

При плануванні технічного обслуговування насамперед визначаються кількість періодичних технічних обслуговувань. Їх визначають аналітичним способом, за шкалами їх періодичності, а також за інтегральними кривими витратами палива. Останній метод називається графічним.

Для графічного планування ТО і ремонтів для кожної марки тракторів будується сітка графіка, на якому наносяться координатні осі: по осі абсцис - місяці року, у продовженні яких використовуються трактори, а по осі ординат - структуру періодичності ТО за цикли, тобто від початку експлуатації нового трактора до наступного капітального ремонту (рис. 3.1).

З протилежного боку графіка по осі координат наносяться три рівнобіжних шкали, що відповідають інтервалам періодичності: О - ПР, ПР1 - ПР2 і ПР2 -КР. На шкалах відмічаються за наростаючим підсумком значення витрати палива до відповідного виду ТО чи ремонту. Точки значень витрати палива повинні збігатися з видом обслуговування.

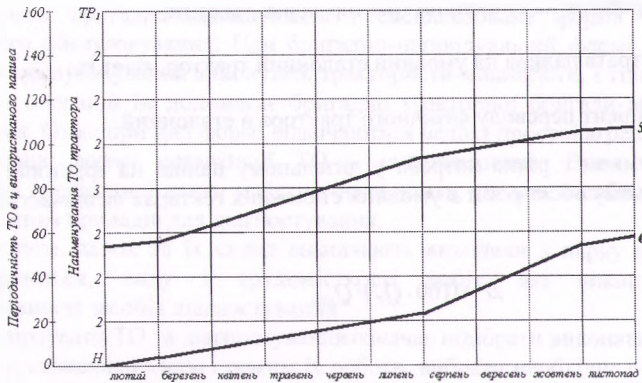


Рисунок 3. 1 – Річний план-графік проведення ТО і ремонтів тракторів МТЗ-80

Після креслення на листі сіток, координатних осей і заповнення шкал на сітку наносяться, у прийнятому масштабі, криві, що відбивають помісячну витрату палива наростаючим підсумком по кожнім конкретному тракторі. Будується, так звана, інтегральна крива витрати палива за рік. При цьому крива починається з місяця початку планованого використання, з урахуванням витрати палива трактором з початку циклу. За річним план-графіком проведення ТО визначається кількість ТО.

3.3 Вибір засобів технічного обслуговування та діагностування

Вибір засобів технічного обслуговування та діагностування це вирішення завдання ефективного використання цих засобів.

Засоби ТО та діагностики поділяються на три види, це:

- пункти та станції технічного обслуговування;
- пересувні засоби ТО та діагностування;
- переносні засоби діагностування.

Ефективність використання - залежить від конкретних умов експлуатації техніки:

- состав МТП;
- характер роботи й величина завантаження;

- розміри тракторного парку;
- обсяг робіт по ТО діагностуванні.

Вибір організаційних форм ТО й діагностування залежить від розташування об'єктів інженерної служби, а дислокація пересувних засобів визначається формою організації ТО.

Тому вибір засобів ТО та діагностики й визначення потреби в них повинні виконуватися на основі техніко-економічного розрахунку.

Методика розрахунку:

1. Підготовка загальних відомостей:

- розмір земельної території;
- площа ріллі;
- кількість бригад, відділень, фермерських господарств, і т.д.
- кількість техніки й розподіл по підрозділах.

2. Попередній вибір найбільш раціональних засобів ТО та діагностики (приховується робота в кооперації зі ЦРМ або зі СТОВ або СТОА).

3. Складаються можливі схеми використання засобів ТО та діагностуванню. Наприклад:

1 схема

2 схема

ТО-1- ПТО бригад	ТО-1- ПТО бригад
ТО-2- ПТО бригад + пересувна діагностична установка	ТО-2; ТО-3- ПТО господарства
ТО-3- центральна ремонтна майстерня	

3 схема

4 схема

ТО-1; ТО-2 – ПТО господарства	ТО-1; ТО-2 – пересувна діагностична установка
ТО-3 - СТОВ	ТО-3 - СТОВ

Рисунок 3.2 – Схеми використання засобів ТО та діагностування

У залежності від конкретних умов експлуатації тракторів і можливостей господарств передбачаються такі варіанти об'єднань пунктів технічного обслуговування (ПТО), агрегатів технічного обслуговування (АТО), пересувних діагностичних установок (ПДУ), пересувних ремонтних майстерень (МР), пересувних ремонтно-діагностичних майстерень (МРД) і ЦРМ:

ПТО + ПДУ – роботи по ТО і діагностуванню виконуються на ПТО ;

ПДУ + ЦРМ – роботи по ТО виконуються на ПТО ЦРМ, необхідні діагностичними засобами, які використовуються при ТО-3, за допомогою ПДУ. Обслуговування, включає ТО-3 і діагностування проводять на ПТО (ПДУ використовують при ТО-3);

ПТО + МПР + ПДУ – на відміну від вище вказаних варіантів для усунення несправностей і відмов використовують МПР;

ПТО + МПР + ЦРМ – на ПТО проводять ТО-1 і ТО-2; за допомогою МПР усувають несправності і відмови; на ЦРМ виконують ТО-3 і діагностування;

ПТО + АТО + ПДУ – на ПТО усувають несправності і відмови; за допомогою АТО проводять ТО-1 і ТО-2; при сукупному використанні АТО і ПДУ проводять ТО-3 і діагностування;

ПТО + АТО + ЦРМ – на відміну від вище вказаних варіантів ТО-3 і діагностування проводять на ЦРМ;

АТО + ЦРМ – забезпечується виконання в умовах експлуатації тільки ТО-1 і ТО-2, інші операції виконують на ЦРМ;

АТО + МПР + ПДУ – використовуючи АТО виконують ТО-1 і ТО-2; за допомогою МПР усувають несправності і відмови; при сукупному використанні АТО і ПДУ проводять ТО-3 і діагностування (у закритому приміщенні);

АТО + МПР + ЦРМ – діагностування тракторів і ТО-3 проводять на ЦРМ;

ПТО + ЦРМ + ПДУ – на ПТО виконують ТО-1 і ТО-2, а також усувають несправності і відмови; на ЦРМ (на посту ТО, не обладнаному контрольно-діагностичними засобами) проводять ТО-3 і діагностування з використанням ПДУ.

Проаналізувавши приведені варіанти використання засобів ТО і діагностування тракторів легко можна скласти любий варіант з використанням МПРД, передбачивши, що у ньому з'єднані функції МПР і ПДУ.

Для виявлення і усунення відмов, які виникають під час роботи МТА, використовують МПРД, МПР, а також ПДУ.

Схеми повинні відповідати наступним вимогам:

- сприяти виконанню заданого обсягу робіт відповідно до прийнятої технології;

- витрати на пробіг тракторів від місця роботи до пункту й назад, витрати робочого часу на пробіг, експлуатацію повинні бути мінімальними;

- витрати на обладнання пунктів і пересувних засобів діагностування, повинні бути мінімальними.

4. Оцінка обраних схем (економічна доцільність).

Доцільність ПТО або пересувного засобу попередньо визначається витратами на 1 км. пробігу трактора (ураховуються: зарплати, витрата палива, витрати на ТР і ТО, амортизаційні відрахування, середня продуктивність агрегату).

Для практичних цілей при проведенні розрахунків можна керуватися даними про величину раціональних пробігів при яких економічно доцільно робити діагностування па ПТО:

- гусеничні трактори - 6 км;
- колісні трактори - 11 - 15 км.

Визначаються річні експлуатаційні витрати :

а) для постів і ділянок

$$C_i = Z + M_i + P_i + A_i + \Pi_i; \quad (3.3)$$

б) для пересувних

$$C_{ai} = Z + P_i + A_i + \Pi_{ai} \quad (3.4)$$

де: Z – витрати на оплату;

M_i – витрати на придбання експлуатаційних матеріалів на зміст будинків і встаткування;

P_i – витрати на ТО й ремонт устаткування змісту;

A_i – амортизаційні відрахування;

Π_{ai}, Π_i – витрати на пробіг тракторів; агрегату діагностуючих (по факту, по бухгалтерському обліку або нормам)

Визначаються питомі експлуатаційні витрати:

а) для ПТО:

$$V_i = \frac{C_i}{T_i} \quad (3.5)$$

б) для пересувних засобів:

$$B_g = \frac{C_{\text{амі}}}{T_{\text{амі}}} \quad (3.6)$$

де: $T_i, T_{\text{амі}}$ – загальний річний час роботи відповідно пункту й пересувних засобів.

Визначається потреба в засобах технічного діагностування

$$N = \frac{T_g}{T_{\text{пр}}} \quad (3.7)$$

де: T_g – річний обсяг по технічному діагностуванню;
 $T_{\text{пр}}$ – пропускна здатність засобу діагностування.

$$T_g = (t_{g1} + t_{g2} + t_{g3})P_m + t_{g4}(P_m + P_k) \quad (3.8)$$

де: t_{g1} – річна трудомісткість діагностування трактора при ТО-3;
 t_{g2} – річна загальна трудомісткість перед постановкою на ремонт;
 t_{g3} – річна загальна трудомісткість заявочного діагностування;
 t_{g4} – річна загальна трудомісткість при плановому технічному огляді тракторів, комбайнів;
 P_m – кількість фізичних тракторів;
 P_k – кількість фізичних комбайнів.

Більше точний розрахунок річного обсягу робіт:

$$T_d = T_n + T_{\text{ТО}} + T_{\text{рм}} + T_z, \quad (3.9)$$

- де: T_n - обсяг робіт діагностування при періодичному ТО;
 $T_{ТО}$ - обсяг робіт діагностування при плановому техогляді;
 $T_{рм}$ - обсяг робіт діагностування при предремонтном
діагностуванні;
 T_3 - обсяг робіт діагностування робіт заявочного діагностування

$$T_n = \sum (n_1 t_1 + n_2 t_2 + n_3 t_3) \cdot P_T \quad (3.10)$$

- де: n_1, n_2, n_3 - кількість ТО-1, ТО-2, ТО-3;
 t_1, t_2, t_3 - трудомісткість діагностування при відповідних ТО.

$$T_{ТО} = 2t_{ТО}(P_1 + P_k) \quad (3.11)$$

$$T_{рм} = (K_{от} \cdot t_{рм}^{пр} + K_{ок} \cdot t_{рм}^{кр}) \cdot P_T \quad (3.12)$$

- де: $t_{рм}^{пр}, t_{рм}^{кр}$ - трудомісткість предремонтного діагностування при поточному і капітальному ремонті;

$K_{от}, K_{ск}$ - середньорічний коефіцієнт охоплення поточного й капітального ремонту

$$T_3 = t_3 \cdot P_T \quad (3.13)$$

- де: t_3 - трудомісткість заявочного діагностування.

Залежно від прийнятої в господарстві організаційної схеми проведення ТО і діагностування, розподіляється обсяг робіт між стаціонарними, пересувними й переносними засобами технічного діагностування.

- Обсяг робіт по діагностуванню на ПТО ($T_{пр}$)

$$T_{\text{пр}} = \pi \cdot \tau^2 \cdot \frac{T_d}{F_3} \cdot \eta_y \quad (3.14)$$

де: $\pi \cdot \tau^2$ - площа землі в межах зазначеного середньозваженого радіуса

F_3 - площа земельної території;

η_y - коефіцієнт ущільнення ріллі (характеризується компактністю).

$$\eta_y = \frac{F_{\text{п}}}{F_3}, \quad (3.15)$$

де: $F_{\text{п}}$ - площа ріллі;

- Кількість робітників на пункті й фонд часу одного робітника:

$$m_{\text{пто}} = \frac{T_{\text{пр}}}{\Phi_p}, \quad (3.16)$$

- Обсяг робіт виконуваних одною пересувною діагностичною установкою :

$$T_y = m \cdot \eta_a \left(K_{\text{см}} \cdot D \cdot t - \frac{K_y}{V_y} \right) \quad (3.17)$$

де: m - число виконавців;

η_a - коефіцієнт використання часу;

S_y - річний пробіг;

V_y - швидкість руху;

D - кількість робочих днів;

t - тривалість зміни;

K_{см} – коефіцієнт змінності.

- Кількість пересувних засобів:

$$N_{пв} = \frac{T_d - T_{пр}}{T_y} \quad (3.18)$$

На підставі виведених залежностей будемо номограму для вибору оптимального складу засобів діагностування та ТО техніки.

У першому квадранті будемо залежність річного обсягу діагностування T_g від кількості тракторів P_t .

Функція $t = f(x)$ буде мати вигляд формули (3.8).

У другому квадранті будемо залежність оброблюємої площі рілі від комплексу станцій технічного обслуговування та їх пропускної спроможності $T_{пр}$ для цього використовуємо формулу (3.14)

Будуються кілька кривих в залежності від комплексу станцій технічного обслуговування.

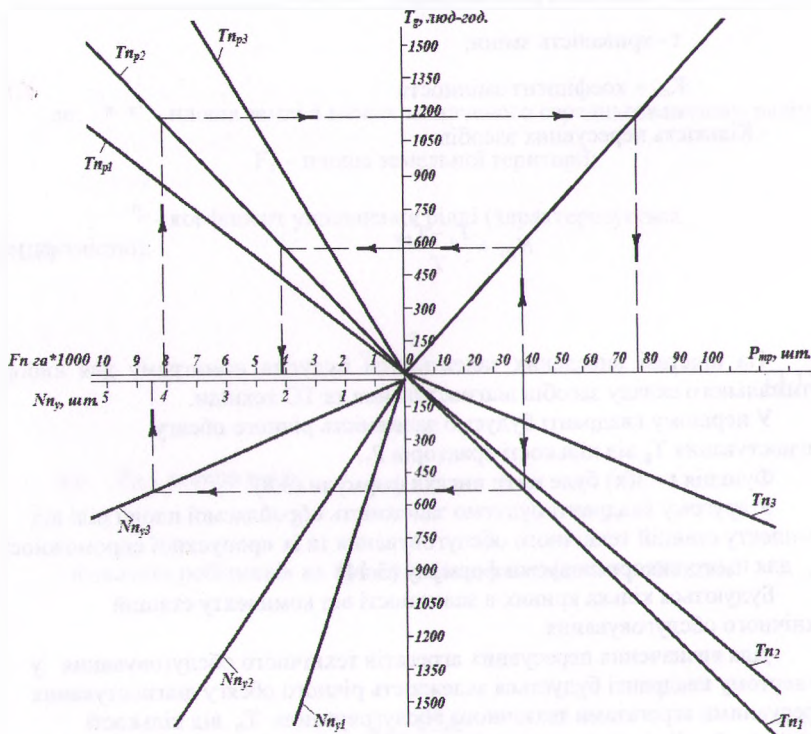
Для визначення пересувних агрегатів технічного обслуговування у четвертому квадранті будується залежність річного обсягу діагностування пересувними агрегатами технічного обслуговування $T_{п}$ від кількості тракторів P_t . Для цього використовуємо формулу (3.8) за мінусом пропускної спроможності $T_{пр}$ комплексів станцій технічного обслуговування

У третьому квадранті будемо залежність кількості пересувних засобів $N_{пв}$, використовуючи формули (3.17) та (3.18).

Обсяг діагностичних робіт залежить в основному від обсягу вироблених робіт. Отже від площі ріллі й щільності механізованих робіт. На підставі статистичних даних роботи МТП господарств.

У початковий період обсяг діагностичних робіт росте більш інтенсивно, потім уповільнюється й більшого ступеня залежить від щільності робіт. Отримані залежності дозволяють вирішувати як пряму, так і зворотну завдання:

- виходячи з умов виробництва, визначити обсяг діагностики, що дає можливість здійснити проектування служби ТО й діагностики;
- виходячи з вимог і обсягів робіт по діагностуванню на базі засобів із заданими характеристиками - визначити параметри й розміри керованого з метою діагностування виробництва.



$T_{пр1}$, $T_{пр2}$, $T_{пр3}$ – пропускна спроможність станцій технічного обслуговування КСТО – 1, КСТО – 2, КСТО – 3. T_g – річний обсяг діагностування. $P_{тр}$ – кількість фізичних тракторів. $T_{п1}$, $T_{п2}$, $T_{п3}$ – річний обсяг діагностування пересувними агрегатами. $F_{п}$ – площа ріллі. N_{ny1} , N_{ny2} , N_{ny3} – кількість пересувних засобів, відповідно КИ – 13905М, АТО -9966Е, АТО -9993.

Рисунок 3.3 – Номограма для вибору засобів ТО та діагностики

3.4 Оптимізація кількості постів пункту технічного обслуговування машин

Потреба в ТО і поточному ремонті виникає у випадкові моменти часу, які заздалегідь не плануються. Обсяг робіт поточного ремонту може змінюватися в досить широких межах – від заміни однієї до декількох десятків деталей, а також агрегатів в зборі. Тому випадковим являється також час, який витрачається на виконання одного конкретного ТО і ремонту. Внаслідок цього в одні проміжки часу накопичується певна кількість машин, які очікують ТО (черга), а в інші – не повністю використовуються пости ТО.

В загальному випадку ці явища не можна виключити, однак, якщо число постів ТО вибрано неправильно, наслідки цього найбільш відчутні. Із збільшенням числа постів проявляються дві протилежні тенденції. З одного боку, скорочуються простой в очікуванні ТО, а з іншого – зменшується навантаження постів. Тому оптимальна кількість постів завжди існує і може бути визначена шляхом мінімізації сумарних витрат, які обумовлюються простоями машин в очікуванні та неефективним використанням засобів ТО.

Простой практично можна спів ставити з простоями безпосередньо в ТО, а часто і перевершують їх. Однак детерміновані методи визначення кількості постів, які застосовуються ще на даний час, не дають можливості враховувати ці простой, що призводить до грубих помилок в розрахунках і суттєвих економічних збитків в результаті зниження ефективності використання як машин, так і постів ТО.

Простой в чергах на обслуговування дозволяє визначати теорія черг або теорія масового обслуговування. Ця теорія знаходить застосування для пошуку оптимальних техніко-економічних рішень в промисловості, на транспорті, в економіці, торгівлі та інших галузях народного господарства.

Задачі масового обслуговування вирішуються в ручну тільки для незначної кількості елементів, що обслуговуються. Для значних їх кількостей розрахунок потрібно виконувати на комп'ютері.

Теорія масового обслуговування розглядає системи, які складаються з трьох основних елементів: джерела вимог; накопичувача; вузла обслуговування. В таку абстрактну схему вдало вписуються більшість конкретних ситуацій. В даному випадку в якості джерела вимог (на ТО) виступає рухомий склад МТП, в якості накопичувача – черга тракторів в очікуванні ТО, а вузол обслуговування являє собою сукупність обслуговуючих апаратів – постів ТО.

Системи масового обслуговування бувають розімкнені та замкнені. Система ТО ПТО підприємства являє собою замкнуту систему масового обслуговування. Якщо потік вимог на ТО, який надходить від машини, стандартний, а витрати часу на його виконання підпорядковуються експоненціальному закону розподілу.