


Національний аграрний університет

На правах рукопису

  
СИДОРЧУК Олександр Васильович

НАУКОВІ ОСНОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
СТРУКТУР РЕМОНТУ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ РІЛЬНИЦТВА

Спеціальність 05.20.03 - експлуатація, відновлення  
та ремонт сільськогосподарської техніки

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Київ - 1996

Робота виконана у Львівському державному сільськогосподарському інституті

Наукові консультанти:

академік АІНУ, доктор  
технічних наук,  
професор О.Д.СЕМКОВИЧ;  
академік РАСХН, доктор  
економічних наук,  
професор В.О.КОНКІН

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук,  
професор І.А.КРАВЕЦЬ;  
доктор технічних наук,  
професор М.І.ЧОРНОВОЛ;  
доктор технічних наук,  
професор М.А.МІХАЛОЧКІН

Провідна установа - Інститут технічного сервісу ААН

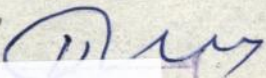
Захист відбудеться "13" VI 1996 р. о 14<sup>30</sup> годині  
на засіданні спеціалізованої вченої Ради Д.01.05.04 в Національ-  
ному аграрному університеті за адресов: 252041, м.Київ-41,  
вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус 7, аудиторія 27.

Просимо взяти участь в обговоренні дисертації під час її  
захисту або надіслати відгук на автореферат у 2-х примірниках,  
завіренних печатков, на адресу : 252041, м.Київ-41, вул. Героїв  
Оборони, 15, сектор захисту дисертацій.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Аграрного  
університету.

Автореферат надіслано "13" V 1996 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої Ради  
кандидат технічних наук,  
доцент

 В.Д.ГРЕЧКОСІЙ

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00740483 (Q)

## Загальна характеристика роботи

Актуальність теми. Реформи, що відбуваються в аграрному секторі економіки, спричиняють, як переконує практика, подрібнення колективних господарств, утворення фермерських. Водночас темпи поповнення парку машин сповільнюються, спостерігається його старіння. Неврахування сервісної системю видозміни системи використання машин у рільництві знижує ефективність сільськогосподарського виробництва. Адекватне до нових виробничих обставин трансформування чинної системи ремонту машин, сформованої з метю планово-запобіжного управління її надійністю, можливе на підставі знань про особливості календарного використання і відмов техніки, технологічні закономірності повернення робосдатного стану та технічного ресурсу машин, а також становлення ефективних структур їх ремонту. Виявлення цих закономірностей і розбудова на їх основі структурно досконалих краєвих сервісних систем уможливує зниження втрат урожаю, ресурсозощадження як в основному, так і обслуговуючому виробництвах, що є важливою народногосподарською проблемою, актуальною в теорії і практиці.

Мета роботи - створити наукові основи ефективного ремонту сільськогосподарської техніки, які б уможливили проектування і розбудову структурно досконалих сервісних систем, спроможних максимально знизити втрати в рільництві внаслідок простоїв машин з технічних причин з мінімальними технологічно потрібними витратами ресурсів на ремонт.

Завдання дослідження: 1) розробити теоретичні засади ефективного ремонту машин на підставі розкриття технологічних зв'язків між системами їх використання і технічного сервісу в рільництві; 2) дослідити особливості використання, з'ясувати причи-

но-наслідкові зв'язки потоку надходження в ремонт і перебігу процесу поновлення роботоздатного стану тракторів, розробити імітаційну модель роботи ремонтно-монтажних дільниць первинних майстерень і відшукати їх ефективні структури, що забезпечують технологічно злагоджену взаємодію із замовниками; 3) розробити методику пошуку відповідності між властивостями скінченної множини відмін конструкційно-технологічного базису і тактом процесу ремонту складових частин машин, визначити ефективні комплекси обладнання і дослідити структурні видозміни технологічних ліній ремонту тракторних двигунів; 4) змоделювати потоки надходження складових частин машин у ремонт, розробити теорію розрахунку і оптимізувати обсяги резервів відремонтованих об'єктів на агрегатно-ремонтних підприємствах і технічних обмінних пунктах, обґрунтувати доцільні структурні видозміни крайової системи ремонту тракторних двигунів; 5) впровадити результати у виробництво та визначити економічний ефект.

Предмет дослідження - технологічна зумовленість часових обмежень механізованих рілльничих процесів на перебування машин у ремонті та залежність показників ефективності технічного сервісу в рілльництві від досконалості технологічних структур ремонту машин.

Об'єкти дослідження: механізовані технологічні процеси у рілльництві; трактори, автомобілі та їх складові частини, що надходять у ремонт; первинні ремонтні майстерні й агрегатно-ремонтні підприємства; ремонтно-технологічне обладнання і ремонтні технологічні процеси.

Наукова новизна. Вперше системно вивчаються технологічні зв'язки механізованих рілльничих і ремонтних процесів.

Розроблені методи визначення: часових обмежень рілльничих

процесів на перебування машин у ремонті; неефективних витрат ресурсів господарствами внаслідок простоїв машин з технічних причин; залежності тривалості демонтажу-монтажу складових частин машин від чисельності виконавців; сукупного впливу кількості постів і чисельності виконавців ремонтно-монтажної дільниці та рівня взаємодії її з агрегатно-ремонтними підприємствами на своєчасність ремонту тракторів; відповідності між властивостями скінченної множини відмін конструкційно-технологічного базису і тактом процесу ремонту агрегатів; впливу резервів складових частин машин на показники функціонування сервісної системи.

Розроблені математичні моделі для визначення ефективних структур підприємств та оптимальних резервів складових частин машин на агрегатно-ремонтних підприємствах і технічних обмінних пунктах.

Теоретичні засади, методи та моделі сукупно формують наукові основи вдосконалення технологічних структур ремонту машин.

Практична цінність роботи полягає у тому, що на підставі теоретичних вислідів розроблені інженерні методики визначення: неефективних витрат ресурсів у різництві внаслідок простоїв машин із технічних причин; ефективних структур ремонтних підприємств; оптимальних резервів складових частин машин на агрегатно-ремонтних підприємствах і технічних обмінних пунктах; раціональних маршрутів централізованого завезення відремонтованих агрегатів; оптимального радіуса зони дії дільниці поточного ремонту агрегатів. Ці методики можуть бути використані для проектування ресурсоощадних виробничих систем ремонту машин.

Реалізація результатів дослідження. Розроблені в дисертації положення щодо забезпечення технологічно злагодженої взаємодії між ремонтними майстернями господарств і виробничими сільсь-

гогосподарськими формуваннями впроваджені в господарствах Хустського району Закарпатської області (1990-1991 рр.) і Жовківського району Львівської області (агрофірма "Підлісне", 1996 р.). За вислідами відповідності між програмою і ефективною структурою технологічних ліній ремонту складових частин машин здійснювалася реконструкція: технологічних ліній ремонту двигунів ЗМЗ-53, задніх мостів і передніх осей автомобілів ГАЗ і ЗИЛ (Радехівський РМЗ, 1980-1986 рр.); технологічної лінії ремонту двигунів СМД-14 (Рівненське РТП, 1985 р.); технологічної лінії відновлення корпусних деталей тракторів кл.3,0 (Гошанське РТП Рівненської області, 1986 р.); технологічної лінії ремонту пускових двигунів ПД-10 (Козинське РТП Рівненської області, 1984 р.). Рекомендації щодо структурного вдосконалення технологічної лінії ремонту двигунів Д-240, Д-65 взяло для впровадження відкрите акціонерне товариство "Великомостівський агротехсервіс" (1996 р.). Рекомендації щодо створення оптимальних резервів складових частин машин на агрегатно-ремонтних підприємствах впроваджено на Радехівському РМЗ (1984-1986 рр.) і Козинському РТП (1984 р.). Оптимальні резерви складових частин машин створені на Радехівському районному ТОП (1993 р.). Централізоване за-<sup>о</sup>везення відремонтованих складових частин на районні ТОП за оптимальними маршрутами впроваджено в Радехівському РМЗ (1990 р.) і Рудківському РТП (1992 р.).

Апробація роботи. Головні положення дисертації обговорювались і були схвалені на щорічних наукових і науково-технічних конференціях Львівського державного СГІ (м. Дубляни, 1976-1996 рр.), Московського ін-ту інженерів сільськогосподарського виробництва ім. В.П. Горячкіна (м. Москва, 1978, 1989, 1990 рр.), Челябінського ін-ту механізації і електрифікації с. г. (м. Че-

Львівський, 1981 р.), Білоруського ін-ту механізації с. г. (м. Мінськ, 1979, 1981 рр.), Кам'янець-Подільського СГІ (м. Кам'янець-Подільський, 1989 р.), Мордовського державного ун-ту ім. Н.Г. Огарева (м. Саранськ, 1989, 1990 рр.), Українського науково-дослідного ін-ту механізації с. г. (м. Київ, 1992, 1993, 1995 рр.); на Всесоюзному семінарі з робіт у галузі відновлення і зміцнення деталей (м. Москва, 1991 р.); Всесоюзному семінарі "Противитратна система забезпечення підвищення якості продукції" (м. Москва, 1991 р.); регіональних науково-технічних конференціях Львівської (м. Рудки, 1981 р., м. Дубляни, 1991 р., м. Львів, 1995 р.), Рівненської (с. Варковичі, Дубнівського р-ну, 1981 р.) і Закарпатської (м. Берегове, 1982 р.) областей; технічних радах трестів ремонтних підприємств України (м. Київ, 1981 р.) і Білорусії (м. Мінськ, 1982 р.), Радехівського РМЗ (м. Радехів, 1979, 1982, 1992, 1993 рр.) і Полоцького АРЗ (м. Полоцьк, 1982 р.); техніко-економічних радах Рівненської облсільгосптехніки (м. Рівне, 1984 р.), Львівського ВО "Агротехсервіс" (м. Львів, 1991 р.), Хустського АПО "Тиса" Закарпатської області (м. Хуст, 1991 р.) і Радехівського підприємства "Агротехсервіс" Львівської області (м. Радехів, 1991, 1992 рр.).

Публікації. Головні результати досліджень опубліковані в 65 друкованих працях.

Дисертаційна робота складається із вступу, дев'яти розділів, загальних висновків та рекомендацій виробництву, бібліографічного списку і додатків. Загальний обсяг дисертації 414 сторінок, у т.ч. 263 машинописного тексту, 34 таблиці, 46 рисунків. Бібліографічний список налічує 285 найменувань, з них 12 німецькою, англійською та польською мовами.

На захист вносяться: 1) теоретичні засади ефективного ре-

монту машин, що використовуються у рільництві; 2) теорії визначення ефективних структур ремонтно-монтажних дільниць і технологічних ліній ремонту агрегатів; 3) теорії визначення оптимальних резервів складових частин машин на агрегатно-ремонтних підприємствах і технічних обмінних пунктах; 4) математичні моделі потоків замовлень на ремонт машин, агрегатів і деталей; 5) алгоритми моделювання ремонтних технологічних процесів та резервів складових частин машин; 6) інженерні методики і результати визначення ефективних технологічних структур ремонту мобільної техніки рільництва та оптимальних резервів складових частин машин для агрегатно-ремонтних підприємств і технічних обмінних пунктів.

Дисертація виконувалася за тематичним планом Львівського державного сільськогосподарського інституту і скерована на розв'язання проблеми технічного сервісу, яка відображена в державній НТП 3.07.

Винесені на захист теоретичні засади ефективного ремонту машин, що використовуються у рільництві, визначення технологічних структур сервісних підприємств і резервів складових частин машин, а також інженерні методики і результати розрахунку оптимальних резервів та обґрунтування раціональних маршрутів, оптимізації радіуса зони дії і програми дільничі поточного ремонту тракторних двигунів отримані автором особисто. Алгоритми і результати моделювання демонтажу-монтажу агрегатів і роботи ремонтно-монтажної дільниці отримані у співпраці з канд. техн. наук В.О. Тимочком; алгоритми моделювання часткових процесів капітального ремонту двигунів Д-240 і результати визначення ефективних структур відповідних технологічних ліній — у співпраці з асистентом С.А. Федосенком.

## Зміст роботи

1. Стан проблеми і завдання дослідження. Створені в умовах централізовано-планового управління економікою системи виготовлення і використання машин та технічного сервісу у рільництві характеризуються на теперішньому етапі особливими закономірностями самоорганізації і розвитку, які зумовляють низку суперечностей у міжсистемній взаємодії. Зокрема, за умови низького рівня насичення господарств технікою, їх поділу і відокремлення темпи списання випереджують темпи поповнення машин у 2-5 разів, а простої в ремонті зростають (з цієї причини понад 25% машинно-тракторних агрегатів не бере участі у сільськогосподарських роботах). За недостатнього технічного оснащення реммайстерень господарств обсяги виконуваних ними ремонтних робіт збільшуватися, а добре технічно оснащені спеціалізовані ремонтні підприємства не завантажені тощо.

Парк машин у сільському господарстві формувався на підставі досліджень таких вчених, як Б.Л. Лінтварьова, В.Н. Болтінського, В.С. Крамарова, Д.К. Кіртбая, Ф.С. Зевалішвіна, В.В. Кадигіна, М.К. Діденка, Л.В. Погорелого, Р.Ш. Хабатова, Е.А. Фінна та ін.

У галузі ремонту машин важливі дослідження виконали В.В. Сфремов, В.І. Казарцев, В.С. Крамаров, І.С. Левитський, А.І. Селіванов, І.С. Ульянов, В.П. Суслон, М.Ф. Тельнов, М.М. Северньов, С.С. Черепанов, Є.А. Воловик, В.П. Косов, В.Я. Анілович, І.А. Кравець, М.І. Чорновол та ін. Завдяки їх працям розвинуті такі наукові напрями: ремонтно-відновні технології; забезпечення якості капітального ремонту та управління надійністю машин; методи ремонту сільськогосподарської техніки; технологічні процеси ремонтного виробництва; ремонтно-технологічне обладнання; ремонтно-обслуговуюча база, спеціалізація і кооперація ремонтних

підприємств.

Підвищення ефективності системи ремонту сільськогосподарської техніки на підставі вдосконалення технологічних зв'язків кооперованих підприємств капітального ремонту повнокомплектних машин та їх складових частин, а також вивчення становлення структури ремонтно-відновних технологічних процесів, розрахунку програми спеціалізованого ремонтного підприємства стосуються наукові праці О.Д.Семковича та його учнів. Однак проблема пошуку відповідності технологічних структур ремонтно-обслуговуючої бази рівню розвитку системи використання машин залишилася нерозв'язаною.

Чинними методиками проектування ремонтно-обслуговуючої бази не беруться до уваги технологічні обмеження механізованих сільськогосподарських процесів на тривалість ремонту машин, часові зв'язки між первинними майстернями і агрегатно-ремонтними підприємствами, якісна неоднорідність та стохастичний характер потоків замовлень на ремонт машин та їх складових частин, можливість формування різноваріантного технологічного базису спеціалізованого ремонту вузлів і агрегатів, вплив резервування машин та їх складових частин на дотримання технологічних обмежень тривалості ремонту тощо. З огляду на це виникає потреба подальшого вивчення системних і міжсистемних зв'язків, які зумовнюються низкою технічних і технологічних чинників.

2. Теоретичні засади ефективного ремонту машин, що використовуються в рільництві. Одним з передумов ефективного ремонту машин є виконання ремонтних втручань за станом. Однак, з огляду на сезонну потребу в тракторах, комбайнах, автомобілях та іншій сільськогосподарській техніці, реалізація відповідної стратегії ремонту, як переконують теоретичні висліди, спричинила б збільшення частоти відмов машин у період сільськогосподарських робіт

і як наслідок - зростання ймовірності несвочасного виконання операцій механізованих сільськогосподарських процесів. Тому на практиці ця стратегія порушується. Її дотримання можливе за умови, що система технічного сервісу усуватиме відмову кожної машини так швидко, як цього вимагають виробничі обставини, зумовлені календарним перебігом механізованого сільськогосподарського процесу. Таким чином, однією з головних вимог до функціонування сервісної системи є своєчасність виконання ремонтних втручань.

Важливими чинниками ефективного ремонту є також якість ремонтних втручань і витрати ресурсів на їх виконання. Відомо, що ці чинники певною мірою залежні. Вони зумовлюються змістом ремонтних технологій, які здебільшого для кожної машини та її складових частин розроблені, а тому в даній роботі беруться як задані. Водночас, розв'язується проблема своєчасного та якісного ремонту з мінімальними технологічно потрібними витратами ресурсів, що залежать від структурної досконалості сервісної системи.

Для забезпечення своєчасного ремонту машин вивчаються технологічні обмеження механізованих рілльничих процесів на тривалість ремонтних втручань. Ці обмеження характеризують допустима тривалість ремонту ( $t_p^d$ ), впродовж якої вилучення машини з механізованого процесу не впливає на своєчасність його виконання. Допустима тривалість  $t_p^d$  розраховується на підставі імітаційного моделювання роботи машинно-тракторних агрегатів (МТА) в рілльничих процесах. Початковими даними є: технологія рілльничих процесів, якою задається зміст і послідовність виконання операцій, тривалість агротехнічно-оптимального періоду для кожної з них ( $T_a$ ), проміжки часу між суміжними операціями, продуктивність заданого МТА на кожній операції, коефіцієнт непогожих днів.

З огляду на ймовірну сутність появи на календарній осі часу

моменту початку  $t_{\text{поч}}$  виконання кожної операції, а також погожих інтервалів упродовж  $T_d$ , допустиму тривалість  $t_p^d$  вивчають як ймовірну величину з певним теоретичним розподілом і статистичними характеристиками. Це є підставою для визначення неефективних витрат ресурсів господарствами внаслідок простоїв машин тієї чи іншої марки з технічних причин. Ці витрати виникають тоді, коли дійсна тривалість  $t_p$  ремонту машин перевищує технологічно допустиму  $t_p^d$  і втрачається врожай. За умови, що для певних календарних періодів сільськогосподарських робіт розподіл  $t_p^d$  і значення його статистичних характеристик є незмінними, середнє значення  $\Delta \bar{E}_c$  неефективних витрат ресурсів, виражених сукупними витратами енергії, розраховується за формулою

$$\Delta \bar{E}_c = \left( \sum_j \left[ \bar{t}_{n_{bk}} \cdot \sum_{bk} U_{\max_{bk}} \cdot q_{bk} \cdot K_{п_{bk}} \cdot P_{bk_j} \cdot (\delta_k + \epsilon_k) \right] \right) / j, \quad (1)$$

де  $j$  - число характерних періодів сільськогосподарського виробництва, для яких розподіл значень  $t_p^d$  є незмінним;  $\bar{t}_{n_{bk}}$  - середнє значення тривалості несвочасного виконання  $bk$ -ї операції, зумовлене простоями машини у ремонті впродовж часу  $t_p$ , діб;  $U_{\max_{bk}}$  - значення врожайності  $k$ -ї сільськогосподарської культури за умови виконання  $b$ -ї операції рілничного процесу в лімітовані (оптимальні) агротехнічні терміни, кг/га;  $q_{bk}$  - продуктивність МТА, укомплектованого заданою машиною (трактором), на  $bk$ -й операції, га/добу;  $K_{п_{bk}}$  - коефіцієнт, що враховує втрати врожаю, які зумовлюються відхиленням терміну виконання  $bk$ -ї операції від оптимального на одну добу;  $P_{bk_j}$  - ймовірність використання даної машини у  $j$ -й момент часу на  $bk$ -й операції;  $\delta_k$  - енергетичний еквівалент одного кілограма  $k$ -ї продукції, МДж/кг;  $\epsilon_k$  - енергомісткість  $k$ -ї продукції, МДж/кг.

Значення  $\bar{t}_{n_{bk}}$ , за умови відомого значення тривалості  $t_p$  ре-

монту машин, розрахувати за формулою

$$\bar{t}_{H_{bk}} = \int_0^{t_p^D} (t_p - t_p^D) \cdot f(t_p^D) \cdot dt_p^D, \quad (2)$$

де  $f(t_p^D)$  - густина функції розподілу допустимої тривалості  $t_p^D$ .

Якщо для тієї чи іншої машини  $t_p < t_p^D$ , то взаємодія між замовником і сервісною системою є технологічно злагодженою. В іншому разі взаємодія характеризується понаддопустимими простоями машини у ремонті -  $t_p^{\Pi} = t_p - t_p^D$ . Для потоку замовлень на ремонт тих чи інших машин, що надходять до майстерні, показники технологічно злагодженої взаємодії такі: сумарна тривалість  $\Sigma t_p^{\Pi}$  понаддопустимих простоїв впродовж певного періоду її роботи, середня понаддопустима тривалість  $\bar{t}_p^{\Pi}$ , а також коефіцієнт  $\eta_t$  задоволення вимог до темпів ремонту:

$$\Sigma t_p^{\Pi} = \sum_{r=1}^{r=M} t_{Pr}^{\Pi}; \quad \bar{t}_p^{\Pi} = \Sigma t_p^{\Pi} / \Lambda; \quad \eta_t = M_C / \Lambda, \quad (3)$$

де  $\Lambda$  - кількість замовлень, що надійшли до майстерні за певний період часу, од;  $M_C$  - кількість своєчасно виконаних замовлень (для яких  $t_p < t_p^D$ ), од.

Для забезпечення технологічно злагодженої взаємодії використовують різні способи, зміст яких є підставою для класифікації замовлень щодо терміновості ремонту (табл.1).

Таблиця 1

Способи дотримання технологічних обмежень різнорічних процесів на тривалість ремонту машин

Категорія :	
замовлення :	Спосіб дотримання технологічних обмежень
1 :	2
Надтермінові :	Надати резервну машину на прокат замість тієї, що стала на ремонт

1	2
Термінові	:Терміново (позачергово) розпочати ремонт, залучити додаткових виконавців і забезпечити технологічну неперервність демонтажу-монтажу агрегатів :на підставі знеособлення
Помірної терміновості	:Терміново розпочати ремонт, залучити додаткових виконавців і знеособити агрегати під час їх обміну
Нетермінові	:Відремонтувати машину на підставі знеособлення агрегатів
	:Відремонтувати машину без знеособлення агрегатів

Кожен із цих способів характеризується тривалістю перебування машин у ремонті  $t_p$ , значення структурних складових якої зумовляються такими головними чинниками: віддалами між первинними ремонтними майстернями (ПРМ), технічними обмінними пунктами (ТОП), дільницями і технологічними лініями поточного та капітального ремонту складових частин машин; наявністю резервних елементів (обмінних фондів); структуров ПРМ, дільниць і технологічних ліній поточного та капітального ремонту складових частин машин тощо.

Водночас ці ж самі чинники зумовляють ресурсовитрати у самій виробничій системі технічного сервісу (ВСТС), а тому в роботі розглянуто концептуальну модель ВСТС, яков в описовій формі окреслені складові системи, властивості елементів і причинно-наслідкові зв'язки, притаманні міжсистемній взаємодії і взаємодії між складовими системи.

**3. Теорія визначення ефективних технологічних структур ремонтних підприємств.** Виробничі складові - ремонтно-монтажна дільниця (РМД), що є при ПРМ, дільниця поточного ремонту агрегатів (ДПРА), технологічна лінія капітального ремонту агрегатів (ТЛРА)

вивчаються як складні технологічні системи. Їх технологічна структура і принципи функціонування кількісно характеризуються такими параметрами: числом постів (РМД) ( $r_{II}$ ) і робочих місць ( $N_{PM}$ ), кількістю ремонтно-технологічного обладнання  $r$ -о типу (марки) ( $N_r$ ), чисельністю виконавців ( $u$ ), тривалістю ремонтних процесів ( $t_r$ ). Значення цих параметрів зумовлюються параметрами потоків замовлень і властивостями конструкційно-технологічного базису (КТБ) відповідних процесів. Потoki замовлень на ремонт машин та їх складових частин характеризуються інтенсивністю надходження (кількісними параметрами потоків) на ремонт ( $\lambda$ ), передремонтним технічним станом ( $\theta$ ), який кількісно відображається трудомісткістю, допустимов тривалістю ремонту ( $t_r^D$ ). Властивості КТБ зумовлюються конструкцією об'єкту ремонту, його передремонтним станом, технологією і ремонтно-технологічним обладнанням, за допомогою якого вони реалізуються. Функціонування кожної виробничої складової оціняються показниками ефективності: показниками технологічно зляганої міжсистемної взаємодії, питомими сукупними енерговитратами в технологічному процесі ( $E^II$ ), коефіцієнтами використання фондів робочого часу виконавців ( $\eta_{II}$ ) і обладнання ( $\eta_r$ ) тощо.

Досліджуються виробничі складові за допомогою моделювання відповідних технологічних процесів, які для кожної з них є специфічними.

З метов оптимізації структур РМД насамперед вивчаються процеси демонтажу-монтажу агрегатів тракторів, що ремонтується на дільниці. Тривалість ( $t_D$ ,  $t_M$ ) демонтажу-монтажу складової частини трактора, а також середнє значення коефіцієнтів використання часу ( $\bar{\eta}_{II_D}$ ,  $\bar{\eta}_{II_M}$ ) відповідних циклів виконавцями зумовлюється КТБ процесів, чисельністю виконавців і рівнем їх кваліфікації.

Теоретичною основою дослідження цих процесів є теорія розписів, яка уможливила визначення такого розпису ( $\rho$ ) операцій між виконавцями, що забезпечує мінімальне значення тривалості процесів:

$$t_d(\rho') = \max_{i \in \lambda_0} \bar{t}_1(\rho') + \min; \quad t_m(\rho'') = \max_{i \in \lambda_0} \bar{t}_1(\rho'') - \min, \quad (4)$$

де  $\bar{t}_1(\rho')$ ,  $\bar{t}_1(\rho'')$  - моменти завершення виконання  $i$ -ї операції відповідно демонтажного і монтажного процесів за умови  $\rho'$  і  $\rho''$  розписів,  $\lambda_0$  - загальна кількість операцій демонтажу-монтажу.

Оптимальний розпис встановлюється на підставі машинного експерименту за умови заданої чисельності виконавців  $u$ .

Ефективні структури РМД визначаються за допомогою імітаційного моделювання. Початковими даними є: 1) потік тракторів на ремонт, який характеризується флуктуацією проміжків часу  $t_0$  між суміжними замовленнями, нестабільністю допустимої тривалості перебування їх у ремонті, різним передремонтним технічним станом; 2) тривалість демонтажу-монтажу складових частин машин за різної чисельності виконавців; 3) тривалість технологічних перерв демонтажу-монтажу, зумовлена рівнем взаємодії РМД із агрегатно-ремонтними підприємствами; 4) тривалість періоду моделювання роботи РМД. З огляду на сезонний характер використання тракторів і суттєву відмінність характеристик потоків замовлень для окремих сезонів, робота РМД диференційовано вивчається в кожному сезоні. Структура РМД (кількість постів  $p$  і чисельність виконавців  $u$ ) також задається. Головним показником ефективності роботи РМД є сумарні понаддопустимі простой тракторів у ремонті, значення яких є підставою для розрахунку резерву тракторів  $Z$ , що потрібно створювати при ПРМ з метою запобігання втрат в основному виробництві.

За результатами моделювання роботи РМД у тому чи іншому сезоні для заданого значення параметра потоку  $\lambda$  (середньої кільк-

кості тракторів, що надходять у ремонт за годинні проміжки часу) обґрунтовується скінченна множина можливих варіантів структури РМД і відповідно кількість резервних тракторів, які забезпечують технологічно злагоджену взаємодію між ПРМ і господарствами. Ефективний варіант визначають на підставі енергетичного критерію:

$$E^{\Pi}(p^{opt}, u^{opt}, z^{opt}) = (E_{ж} + E_{\sigma} + E_{p}) / \Lambda_j \rightarrow \min, \quad (5)$$

де  $E_{ж}$ ,  $E_{\sigma}$ ,  $E_{p}$  - відповідно енерговитрати живої праці виконавців, енергомісткість булівлі РМД і резервних тракторів, МДж;  $\Lambda_j$  - попит на ремонт тракторів у  $j$ -у періоді (сезоні), од.

Ефективні структури РМД і відповідно обсяги резервних тракторів, отримані для різних періодів (сезонів) календарного року, можуть відрізнятися між собою, а тому оптимальний варіант структури ПРМ (кількості постів дільниці і резерву тракторів) визначається на підставі порівняльного аналізу питомих сукупних енерговитрат ефективних структур, отриманих для окремих сезонів.

Теоретичною базою формування ефективних структур технологічних ліній (дільниць) капітального і поточного ремонту агрегатів (вузлів) є теорія ремонтно-відновних процесів. Кожна із зазначених виробничих складових, як складна технологічна система, формується під впливом зовнішніх чинників, до яких належать попит на ремонт (програма ремонту) і КТВ. З огляду на те, що для будь-якого об'єкта ремонту (заданого конструкційного базису) технологічний базис є здебільшого різноваріантним (об'єктивно існують скінченні множини ремонтних технологій і обладнання для їх реалізації), то одним з найважливіших завдань формування ефективних структур дільниць (ліній) ремонту агрегатів є виявлення відповідності між програмою ремонту і цим базисом. Параметри виробничих складових розділяються на початкові і похідні. Початкові - ті, що безпосередньо зумовлюються зовнішніми чинниками: чи-

сло одиниць обладнання  $\gamma$ -о типу ( $N_{\gamma}$ ); кількість часткових процесів ( $K_{\text{ЧТП}}$ ); кількість операцій кожного з них ( $K_{\text{ОЧТП}}$ ); тривалість і трудомісткість операцій ( $t_{\text{О}}, Y_{\text{О}}$ ), часткових процесів ( $t_{\text{ЧТП}}, Y_{\text{ЧТП}}$ ) і технологічного процесу загалом ( $t_{\gamma}, Y_{\gamma}$ ). Похідні параметри - ті, що зумовлюються значеннями початкових: фронт ремонту ( $f$ ) і чисельність виконавців ( $u$ ). До головних показників (характеристик) функціонування цих складових належать: питомі сумарні енерговитрати в процесі ( $E$ ); коефіцієнти використання фондів часу виконавців і обладнання ( $\eta_{\text{Ч}}, \eta_{\gamma}$ ); тривалість технологічного процесу ( $t_{\gamma}$ ), питомі зведені витрати коштів тощо.

Структурний характер поточного і капітального ремонту складових частин машин є об'єктивною передумовою, що враховується теорією їх дослідження - процеси системно вивчаються на трьох ієрархічних рівнях: операційному (елементарному), фазовому і узагальненому. Моделювання процесу на операційному рівні уможливує виявлення взаємозв'язку між потужністю (вигобничою програмою) ділянки (лінії)  $M$  і такими параметрами як  $N_{\gamma}$ ,  $t_{\text{ОГ}}$ , і  $f_{\gamma}$ . У загальному вигляді, коли за допомогою  $\gamma$ -ї марки обладнання послідовно виконується  $q$ -а кількість операцій, тривалість кожної з яких  $t_{\text{ОГ}q}$ , цей взаємозв'язок має вигляд:

$$N_{\gamma} = \sum_q (t_{\text{ОГ}q} / f_{\gamma q}) \cdot M_q / F_{\gamma} \quad (6)$$

де  $f_{\gamma q}$  - фронт виконання  $q$ -ї операції за допомогою  $\gamma$ -о обладнання, од;  $F_{\gamma}$  - річний фонд часу роботи  $\gamma$ -о обладнання, год;  $M_q$  - програма ремонту агрегатів, що потребують виконання  $q$ -ї операції.

Із зростанням  $M$  структура комплексу обладнання видозмінюється - відбувається його якісна або кількісна зміна. Значення програми ремонту  $M_{K_{\gamma}}$  і відповідно такту  $t_{K_{\gamma}}$ , коли відбувається

кількісна зміна  $\gamma$ -о обладнання, називаються критичними:

$$M_{K_T} = N_{T_q} \cdot P_{T_q} / \sum (t_{O_{T_q}} / f_{T_q}); \quad \tau_{K_T} = \sum (t_{O_{T_q}} / f_{T_q}) / N_{T_q} \quad (7)$$

(тут  $N_{T_q}$  задається дискретно).

Дослідження процесу на фазовому рівні уможливило визначення комплексів обладнання для часткових процесів. Метод дослідження полягає в узгодженні операцій між обладнанням і виконавцями часткових процесів. На підставі вислідів процесу на операційному і фазовому рівнях синтезують структуру комплексу обладнання технологічної лінії (дільниці) ремонту агрегатів (узагальнений рівень дослідження), а також уточняють фронт ремонту і чисельність виконавців.

На кожному рівні дослідження оцінюють питомі сукупні енерговитрати  $E^{\Pi}$ , які є характеристичним критерієм відповідності між програмою і структурою виробничих складових:

$$E^{\Pi} = E_{\text{ен}}^{\Pi} + E_{\text{ж}}^{\Pi} + E_{\text{м}}^{\Pi} + E_{\text{ос}}^{\Pi} + E_{\text{ор}}^{\Pi} \quad (8)$$

де  $E_{\text{ен}}^{\Pi}$ ,  $E_{\text{ж}}^{\Pi}$  - відповідно питомі витрати енергії (електричної і теплової) і живої праці виконавців, МДж/од;  $E_{\text{м}}^{\Pi}$  - питомі витрати уречевленої енергії на матеріали, МДж/од;  $E_{\text{ос}}^{\Pi}$ ,  $E_{\text{ор}}^{\Pi}$  - відповідно питомі витрати уречевленої енергії на обладнання і виробниче приміщення, де воно змонтоване, МДж/од.

Мінімальне значення цих витрат є підставою для виявлення пріоритетного обладнання серед альтернативного для виконання кожної операції, визначення ефективного комплексу обладнання як для окремих дільниць, так і технологічної лінії ремонту агрегатів, а також виявлення ресурсоощадної технології.

4. Теорія розрахунку оптимальних резервів відремонтованих складових частин машин у системі технічного сервісу. Резерви відремонтованих частин машин створюються як на агрегатно-ре-

монтажних підприємствах (АРП), так і на ТОП. Їх призначення - підвищити рівень взаємодії кооперованих ПРМ і АРП.

На АРП створюються резерви: агрегатів, що вимагають ремонту; відремонтованих складових частин; деталей, що чекають ремонту. З огляду на призначення резервів агрегатів і деталей, що чекають ремонту - вирівняти завантаження технологічних дільниць (цехів, ліній), теоретичні засади їх розрахунку однакові.

Розглядають функціонування системи потік-обслуговування (ПО). Зобразивши незалежними інтегральними лініями ці два стохастичні процеси впродовж часу  $T_p$ , знаходять максимальне відхилення  $\Delta_j^m$  між ними, яке характеризує нестачу об'єктів праці у системі. Створенням резерву -  $Z = \Delta_j^m$  усувається вплив нерівномірності надходження об'єктів на обслуговування в даній реалізації процесів (рис.1).

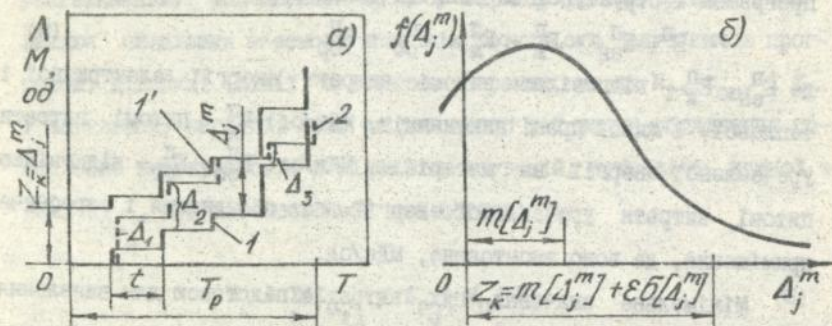


Рис.1 Утворення нестачі об'єктів праці  $\Delta_j^m$  (а) і густина функції її розподілу (б): 1, 1' - процеси надходження об'єктів до 1 після створення резерву; 2 - процес обслуговування.

Багаторазова реалізація процесів системи ПО уможливила розгляд розподілу значень  $\Delta_j^m$ , на підставі якого для заданого обсягу резерву  $Z_K$  визначають ймовірність  $P_{пр}$  появи простою дільниці, а

також середнє число необслужених об'єктів  $N_Z$ :

$$P_{\text{нр}} = 1 - \int_{-\infty}^{Z_K} f(\Delta_j^{\text{м}}) \cdot d\Delta_j^{\text{м}}; \quad N_Z = \int_{Z_K}^{+\infty} (\Delta_j^{\text{м}} - Z_K) \cdot f(\Delta_j^{\text{м}}) \cdot d\Delta_j^{\text{м}}, \quad (9)$$

де  $f(\Delta_j^{\text{м}})$  - густина розподілу величини  $\Delta_j^{\text{м}}$ .

З метов визначення резервів складових частин машин потрібно знайти теоретичні розподіли обсягів надходження агрегатів і деталей за фіксовані проміжки часу (наприклад, доби). Підставою для висунення гіпотези щодо теоретичного розподілу є числове значення коефіцієнта варіації ( $v[\lambda_1]$ ). Для потоку деталей, що вимагають ремонту,  $v[\lambda_1]$  розраховують за формулою

$$v[\lambda_1] = \delta_v \sqrt{k_{B_1} \left[ \frac{1 - k_{B_1}}{m[\mu_p] \cdot n_1} \cdot (d[\mu_p] + m^2[\mu_p]) + k_{B_1} \cdot d[\mu_p] \right] / m[\mu_p] \cdot k_{B_1} \cdot n_1}, \quad (10)$$

де  $\delta_v$  - емпіричний коефіцієнт, який характеризує ступінь впливу чинників випадкової дії процесів миття і дефектування-сортування на потоки деталей ( $\delta_v = 1,16 \dots 1,18$ );  $m[\mu_p]$ ,  $d[\mu_p]$  - відповідно математичне сподівання і дисперсія розподілу добової продуктивності дільниці розбирання;  $k_{B_1}$  - коефіцієнт відновлення  $i$ -х деталей;  $n_1$  - число  $i$ -х деталей, що входять до складу агрегату, од.

Прогнозування потоків агрегатів, які надходять на АРП обласного і міжобласного рівнів, здійснюється на підставі експериментальних досліджень.

Аналітичні залежності (9) уможливають розрахунок оптимального обсягу  $Z_K^{\text{opt}}$  деталей, що чекають ремонту, за вартісним критерієм:

$$\Phi [Z_K^{\text{opt}}] = \{(E+z)(Z_K \cdot c_B + N_Z \cdot c_H) + (E + A_{M_0})B_0 + (E + A_{M_0})B_0 + Efc_B \cdot N_Z\} / M(M - N_Z) \rightarrow \min, \quad (11)$$

де  $E$  - коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;  $z$  - коефі-

цієнт відрахувань на зберігання впродовж року матеріальних цінностей на одну грошову одиницю;  $c_B, c_H$  - відповідно вартість відновленої і нової деталі, гр.од;  $c_{II}$  - річний фонд оплати праці одного виконавця, гр.од;  $u$  - чисельність виконавців спеціалізованої лінії;  $A_{M_0}, A_{M_0}$  - відповідно коефіцієнт амортизаційних відрахувань для обладнання лінії і будівлі, де вона розміщена;  $B_0, B_0$  - балансова вартість обладнання лінії і будівлі, гр.од;  $f$  - фронт ремонту деталей на лінії, од.

З огляду на те, що резерв об'єктів ремонту впливає не лише на  $H_z$ , але й уможливує зниження простоїв  $P_a$  агрегатів, що належать господарствам, у ремонті, його обсяг  $Z_K$  оптимізується разом з обсягом  $Z_0$  резерву відремонтованих агрегатів. З цією метою моделюється робота системи потік-обслуговування-обмін (ПОО). Поточне значення простоїв  $H_{z_j}$  лінії (дільниці) і число  $\lambda_{H_j}$  неосмінених агрегатів розраховуються на підставі щодобового ( $j$ -о) поцінування запасів об'єктів ремонту ( $Z_{p_j}$ ) і відремонтованих агрегатів ( $Z_{o_j}$ ):

$$\begin{aligned} Z_{p_j} &= Z_{p_{j-1}} + \lambda_j - \mu_j; & Z_{o_j} &= Z_{o_{j-1}} + \mu_{p_j} - (\lambda_{H_{j-1}} + \lambda_j); & Z_{p_1} &= Z_K + \lambda_1 - \mu_1; \\ & & Z_{o_1} &= Z_0 + \mu_{p_1} - \lambda_1. \end{aligned} \quad (12)$$

де  $\mu_j, \mu_{p_j}$  - відповідно потенційно можлива і реальна продуктивність лінії за  $j$ -у добу, од;  $\lambda_j, \lambda_{H_j}$  - відповідно кількість агрегатів, що надійшли на ремонт і кількість неосмінених на відремонтовані за  $j$ -у добу, од.

Поточні значення  $H_{z_j}$  і  $\lambda_{H_j}$ , а також сумарні  $H_z$  і  $P_p$ , визначаються за формулами

$$H_{z_j} = \mu_j - \mu_{p_j}; \quad \lambda_{H_j} = \lambda_{H_{j-1}} + \lambda_j - \mu_{p_j}; \quad H_z = \sum_j H_{z_j}; \quad P_p = \sum_j \lambda_{H_j}. \quad (13)$$

На підставі моделювання ПОО для різних значень  $Z_K$  і  $Z_0$  розраховують оптимальні їх обсяги за вартісним критерієм.

Оптимальні резерви відремонтованих агрегатів (вузлів), що зберігаються на ТОП, визначаються на підставі розгляду взаємодій ТОП із мережею ПРМ, які ним обслуговуються, та АРП із мережею ТОП в краї. Технічні обмінні пункти класифікуються за ознакою взаємозв'язку із суміжними складовими ВСТС: ТОП' першого рівня - ті, що формуються при ПРМ і поповнюють резерви з ТОП вищих рівнів або з АРП; ТОП'' другого рівня - ТОП, які взаємодіють із декількома ПРМ або ТОП' і поповнюють резерви з ТОП''' третього рівня або АРП; ТОП''' третього рівня взаємодіють з ТОП'' і поповнюють резерв з АРП. Мережа ТОП, що формується в краї з метою резервування і-х агрегатів (вузлів), і транспортні засоби, призначені для поповнення їх резервів, утворюють крайову транспортну інфраструктуру системи ремонту цих складових частин.

Доцільність створення резерву і-х агрегатів (ТОП') при тій чи іншій ПРМ обґрунтовується за вартісним критерієм:

$$(E+Z)c_0 \leq (t_{\text{ПРМ}}^{\text{НР}} + t_{\text{ТОП}}^{\text{НР}} + 2l / V_{\text{ПРМ}}) c_{\Pi} \cdot \Lambda_1, \quad (14)$$

де  $t_{\text{ПРМ}}^{\text{НР}}$ ,  $t_{\text{ТОП}}^{\text{НР}}$  - час, що витрачається на навантаження-розвантаження агрегату і оформлення документів на ПРМ і ТОП, год;  $l$  - віддаль між ПРМ (ТОП') і ТОП, з якого поповнюється резерв ТОП', км;  $V_{\text{ПРМ}}$  - середня швидкість транспортування агрегату між ПРМ і ТОП, км/год;  $\Lambda_1$  - річний попит на ремонт і-х агрегатів, що генерує ПРМ, од.;  $c_{\Pi}$  - середні годинні втрати господарств від простою машини у ремонті, гр.од.

Якщо у заданій ПРМ для і-о агрегату забезпечується нерівність (14), то при ній доцільно створювати резерв (ТОП'), оптимальний обсяг якого визначається на підставі моделі управління запасами.

Для ТОП'' і ТОП''' одночасно оптимізуються обсяги резерву

$Z_0^{\text{opt}}$  1-х агрегатів і періодичність  $t_{\Pi}^{\text{opt}}$  його поповнення:

$$\Phi(Z_0^{\text{opt}}, t_{\Pi}^{\text{opt}}) = (E+z)Z_0 c_0 + A \cdot k \rightarrow \min, \quad (15)$$

де  $A$  - транспортні витрати на одну поїздку, гр.од;  $k$  - річна кількість поїздок для поповнення резерву ТОП.

З цієї метою моделюються потоки агрегатів, що надходять на ТОП, задаються періодичністю  $t_{\Pi}$  (розглядається модель управління резервами з регламентованою періодичністю їх поповнення) і розраховуються: обсяг  $Z_0$  резерву, що уможливило негайний обмін агрегатів, які вимагають ремонту, на відремонтовані із заданою ймовірністю  $P_{\text{но}}$ , а також значення  $k$ . Для заданих  $t_{\Pi}$  і  $P_{\text{но}}$  обсяг  $Z_0$  знаходять як таке число  $n$  агрегатів, що забезпечує умову:

$$\begin{aligned} n &= Z \\ \sum_{n=0}^{\infty} P_n(t_{\Pi}) &= P_{\text{но}}, \end{aligned} \quad (16)$$

де  $P_n(t_{\Pi})$  - густина функції розподілу кількості агрегатів, що надходять на ТОП за проміжки часу  $t_{\Pi}$ .

Число поїздок  $k$  з АРП на ТОП" знаходять за формулою

$$k = F(1 - \exp(-\hat{\lambda} t_{\Pi})) / t_{\Pi}, \quad (17)$$

де  $F$  - фонд часу роботи АРП (ТОП"), діб;  $\hat{\lambda}$  - середньодобове надходження агрегатів, що вимагають ремонту, на ТОП, діб<sup>-1</sup>.

У роботі розглянуто питання централізованого поповнення резервів ТОП за маршрутами. Скінченна множина варіантів формування маршрутів і можливість оптимізації параметрів ( $Z_0$  і  $t_{\Pi}$ ) поповнення резервів для кожного з них є підставою для визначення найкращого варіанту, маршрути якого раціональні.

На підставі теоретичних засад оптимізації параметрів поповнення резервів ТОП, а також відшукання раціональних маршрутів взаємодії АРП з мережею ТОП розроблена методика оптимізації кількості ТОП у зоні обслуговування АРП. Цю зону ідеально (починаючи з АРП) заповнюють елементарними зонами дії ТОП (правильні-

ми шестикутниками із заданим радіусом  $l_{\text{ТОП}}$  вписаного кола), моделюють взаємодію між АРП і усіма ТОП, визначають раціональні маршрути централізованого поповнення резервів, а відтак - питомі витрати коштів на взаємодію між АРП і мережею ТОП ( $Z_{\text{АРП}}$ ), а також між ТОП і ПРМ ( $Z_{\text{ПРМ}}$ ). Порівнюючи сумарні значення цих витрат для різних  $l_{\text{ТОП}}$ , знаходять оптимальний радіус  $l_{\text{ТОП}}^{\text{opt}}$  зони дії ТОП, за якого досягається мінімум витрат:  $Z_{\text{АРП}} + Z_{\text{ПРМ}} - \text{min}$ . Отримане за умов ідеального розташування ТОП в зоні дії АРП оптимальне значення  $l_{\text{ТОП}}^{\text{opt}}$  є орієнтовним для формування транспортної інфраструктури в реальних умовах.

**5. Методика експериментальних досліджень.** Експериментальні дослідження поділяються на виробничі і машинні. Метою виробничих експериментів є виявлення закономірностей початкових даних, а також встановлення адекватності між модельованим і реальним перебігом ремонтних процесів. Машинні експерименти виконуються з метою визначення ефективних технологічних структур ремонту машин. Програмою експериментального дослідження передбачається виявлення закономірностей часових обмежень механізованих сільськогосподарських процесів на перебування тракторів у ремонті, встановлення статистичних закономірностей кількісних характеристик потоків надходження на ремонт машин і їх складових частин, а також тривалості їх ремонту на ремонтних підприємствах, моделювання демонтажу-монтажу агрегатів, роботи РМД, технологічного процесу ремонту агрегатів, резервів складових частин машин для АРП.

Демонтаж-монтаж агрегатів досліджується на підставі машинного моделювання, алгоритмом якого враховуються властивості КТБ, а також оптимальний розпис операцій між виконавцями. Розроблений алгоритм і програма імітаційного моделювання роботи РМД враховує

всі головні чинники, що впливають на перебіг ремонтного процесу.

Для виявлення ефективного комплексу обладнання розроблені алгоритми і машинні програми, що уможливили розрахунок його кількості, за допомогою якого виконується одна або декілька операцій, порівняльний аналіз енерговитрат на їх виконання і виділення ефективного (пріоритетного) обладнання серед множини альтернативного.

З метою моделювання резервів складових частин машин для АРП розроблено два алгоритми і відповідно програми - для імітаційного моделювання систем ПО і ПОО. Ці алгоритми враховують ймовірну кількість кількісних параметрів потоків агрегатів і деталей, що вимагають ремонту, а також нестабільність продуктивності обслуговуваних складових сервісних підприємств.

6. Видозміни структур ремонтно-монтажних дільниць первинних майстерень і рівень технологічно злагодженої взаємодії між ними і замовниками. З метою спільної оптимізації кількості постів ( $p$ ), чисельності виконавців ( $u$ ) РМД і резерву тракторів ( $Z$ ) вивчаються початкові дані: технологічні обмеження механізованих сільськогосподарських процесів на тривалість ремонту машин ( $t_p^D$ ); тривалість демонтажу-монтажу окремих агрегатів ( $t_d, t_m$ ); тривалість технологічних перерв ( $t_{II}^P$ ). На прикладі моделювання механізованого процесу вирощування кукурудзи на зерно в умовах Закарпаття визначено його часові обмеження на перебування в ремонті МТА. Висліди переконують, що допустима тривалість ремонту відображається для різних періодів часу різними статистичними закономірностями, характеристики яких мають суттєву відмінність (рис.2).

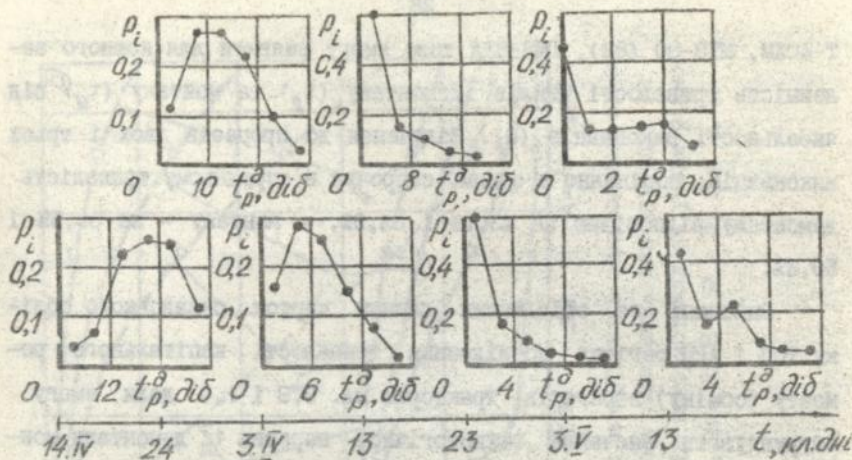


Рис.2. Полігони розподілу допустимої тривалості ремонту МТА на календарній осі часу.

Поцінування допустимої тривалості ремонту тракторів за допомогою експертів уможливило висліді сукупної дії багатьох механізованих процесів на значення технологічних обмежень. Дослідження на прикладі тракторів кл.1,4, які використовуються в господарствах Західної України, переконувть у тому, що видозміна розподілу допустимої тривалості їх ремонту відбувається у березні-квітні і жовтні-листопаді. Для характерних періодів (травень-вересень і грудень-липень) густина функції розподілу допустимої тривалості відповідно має вигляд:

$$f(t_p^D) = 0,4 \cdot \exp[-0,4 \cdot t_p^D]; \quad (18)$$

$$f(t_p^D) = 0,18 \cdot [(t_p^D - 6,3)/20,9]^{2,7} \cdot \exp[-((t_p^D - 6,3)/20,9)^{3,7}] \quad (19)$$

На підставі формули (1) і облікових даних господарств розраховано, що неефективні витрати енергії внаслідок години простоя тракторів типу МТЗ (ІМЗ) понад допустимий термін у ремонті для періоду сільськогосподарських робіт становлять 1060 МДж.

Моделювання на ЕОМ демонтажу-монтажу агрегатів тракторів

T-40AM, MTЗ-80 (82), КМЗ-6АЛ дало змогу виявити для кожного залежність тривалості циклів демонтажу ( $t_d$ ) та монтажу ( $t_m$ ) від чисельності виконавців ( $u$ ). Залучення до процесів двох і трьох виконавців, порівняно з одним, скорочує в середньому тривалість демонтажу відповідно на 43,1% і 54,9%, а монтажу - на 39,5% і 50,8%.

Виконані за офіційними даними карток складського обліку ТОП і АРП регіону дослідження тривалості капітального ремонту (обміну) агрегатів тракторів кл. 0,9 і 1,4 дали змогу обґрунтувати значення технологічної перерви  $t_{II}^T$  демонтажу-монтажу для кожного агрегату, яке коливається в межах від 2,5 до 11,2 доби.

Імітаційне моделювання роботи РМД виконувалося автономно для зазначених двох характерних періодів. Виявлено залежність головних показників ефективності функціонування дільниці від значення параметра потоку  $\lambda$ , а також її структури (рис.3). Як переконують висліди, за теперішнього стану взаємодії між ПРМ і ТОП (АРП) домогтися технологічно злагодженої взаємодії між ПРМ і господарствами за рахунок збільшення кількості постів РМД і чисельності виконавців практично неможливо. Цю неадаптивність можна усунути або створенням при ПРМ резерву тракторів, або ж резервуванням агрегатів на ТОП і знеособленням їх у процесі ремонту тракторів. За умови резервування тракторів для кожного характерного періоду на підставі енергетичного критерію визначено відповідність між параметром  $\lambda$  і ефективною структурою ПРМ.

З метою виявлення впливу резервування і знеособлення агрегатів у процесі ремонту тракторів на ефективність взаємодії між ПРМ і замовниками змодельовано роботу РМД за умови, що трива-

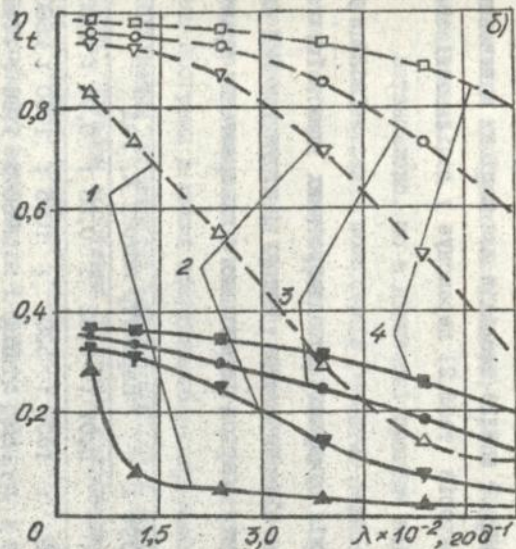
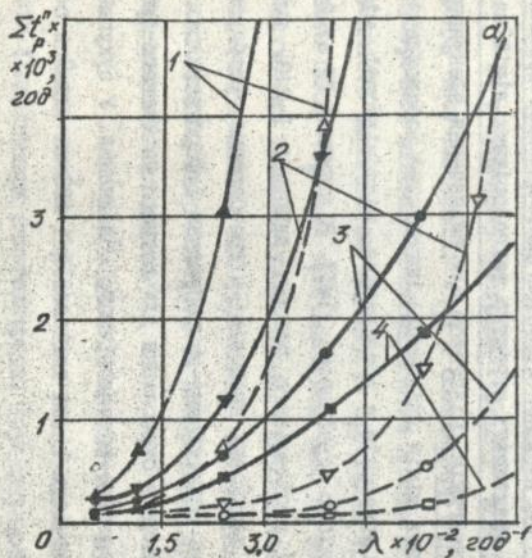


Рис. 3. Залежність сумарних понаддопустимих простоїв /а/ і коефіцієнта задоволення вимог до темпів ремонту /б/ тракторів від параметра потоку замовлень для періодів інтенсивного / $\Delta, \nabla, \bullet, \blacksquare$ / та неінтенсивного / $\triangle, \triangledown, \circ, \square$ / їх використання за умови різної структури ремонтсервісу: 1 -  $\rho = 1, \mu = 2$ ; 2 -  $\rho = 2, \mu = 2$ ; 3 -  $\rho = 3, \mu = 3$ ; 4 -  $\rho = 4, \mu = 4$ .

лість технологічної перерви демонтажу-монтажу агрегатів становить 3 год. Порівняльний аналіз вислідів для періоду інтенсивного використання тракторів (табл.2) переконує у доцільності знеособлення агрегатів.

Таблиця 2

Залежність середніх сумарних понаддопустимих простоїв, год тракторів у ремонті від параметра потоку і структури РМД для різних методів ремонту (період інтенсивного використання тракторів)

Метод ремонту	Структура РМД	Параметр потоку $\lambda$ , год <sup>-1</sup>				
		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Незнеособлений	3п+3в	150	538	1005	1750	2560
	4п+4в	80	374	750	1180	1745
Знеособлений	1п+2в	10	19	32	45	66
	1п+3в	5	9	16	24	35

#### 7. Становлення ефективних структур технологічних ліній капітального ремонту двигунів.

Підставою для визначення ефективних структур технологічних ліній (дільниць) поновлення роботоздатного стану чи ресурсу агрегатів є дослідження відповідності між КТБ процесу і потужністю (програмов) лінії. Відшукання її здійснюється на прикладі капітального ремонту двигунів Д-240, який складається з таких часткових процесів: підрозбирання, розбирання, миття, складання, обкатування-випробування і фарбування.

Аналіз КТБ уможливив окреслення для кожного часткового процесу технології і ремонтно-технологічного обладнання. У сукупності вивчалась ефективність 11-ти технологій і 108-ми одиниць обладнання.

Моделювання на операційному, фазовому і узагальненому рівнях технологічного процесу дало змогу виявити в діапазоні ви-

робничих програм від 500 до 15000 од відповідність між кожним значенням програми (потужності) лінії і ефективним комплексом її обладнання.

Встановлено, що в діапазоні програм від 500 до 15000 од існує 86 ефективних комплексів ремонтно-технологічного обладнання, кожен з яких структурно відрізняється від інших і забезпечує ефективне виконання процесу лише в певних межах програми, максимальне значення якої характеризує потужність лінії. Із зростанням програми в межах ефективного використання кожного комплексу обладнання чисельність виконавців ( $u$ ) і фронт ( $f$ ) ремонту зростають. Загалом зростання програми супроводжується ростом кількості ремонтно-технологічного обладнання ( $N$ ) ефективних комплексів, чисельності виконавців і фронту ремонту. У виняткових випадках наступні значення параметрів є дещо меншими попередніх, що пояснюється особливостями перебігу технологічного процесу (рис.4,а).

Із збільшенням програми ремонту коефіцієнти використання фонду часу виконавців ( $\eta_u$ ) і обладнання ( $\eta_r$ ) поліпшуються, що не суперечить відомим закономірностям впливу концентрації на ефективність виробництва (рис.4,б). Зростання тривалості технологічного циклу ( $t_r$ ) для програм понад 7000 од зумовлене тим, що в частковому технологічному процесі фарбування ефективніше використовувати машини, які спричиняють збільшення фронту ремонту. Питомі сукупні енерговитрати із збільшенням програми зменшуються і виражаються залежністю

$$E^{\text{II}} = 1,206 \cdot 10^3 + 3,936 \cdot 10^6 / M \quad (20)$$

Змоделивавши процеси для рекомендованих (базових) комплексів і порівнявши енерговитрати, переконуємося, що ефективні комплекси уможливають зниження енерговитрат у середньому в 2,2 раза (табл.3).

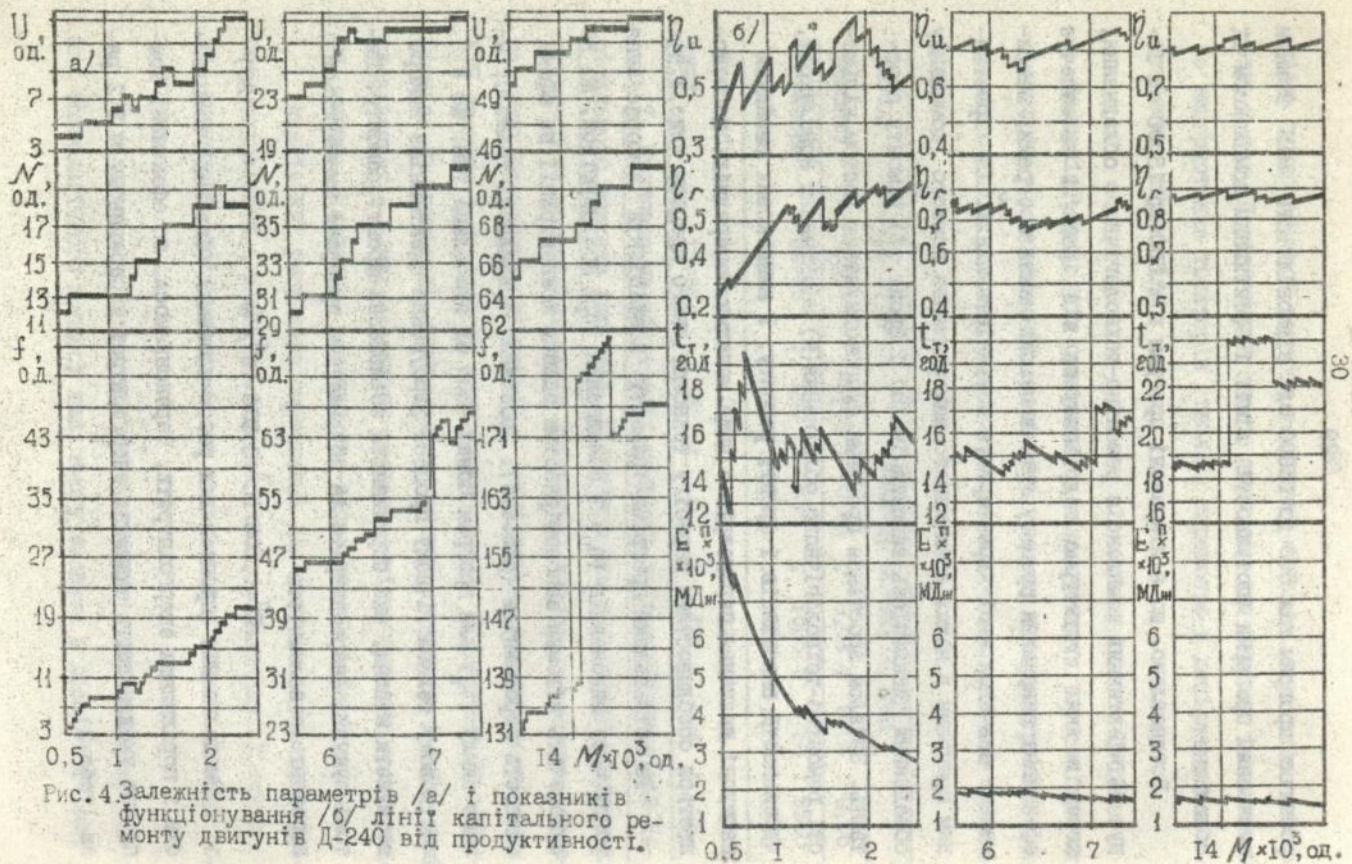


Рис. 4 Залежність параметрів /а/ і показників функціонування /б/ лінії капітального ремонту двигунів Д-240 від продуктивності.

Порівняльний аналіз енерговитрат у технологічних процесах ремонту двигунів Д-240 для різних комплексів ремонтно-технологічного обладнання

Комплекс обладнання	Значення питомих сукупних енерговитрат для різних програм, МДж		
	M=3000 од	M=7000 од	M=15000 од
Базовий (рекомен- дований ГОСНИТИ)	5241,4	4009,8	3353,1
Визначений (ефективний)	2345,8	1714,3	1532,3

8. Результати визначення оптимальних резервів відремонтованих складових частин у виробничій системі технічного сервісу і її структурне вдосконалення. Виробничі експерименти щодо вивчення реальних потоків складових частин машин, які вимагають ремонту і надходять на АРП та ТОП, дали змогу розробити їх математичні моделі, а також виявити певні статистичні закономірності, що є підставою для розробки проектів крайових ресурсощадних сервісних систем. Встановлено, що виведена залежність (10) адекватно описує реальні потоки деталей на агрегатно-ремонтних підприємствах. Потоки агрегатів (вузлів) характеризуються їх обсягами, які надходять за фіксований проміжок часу (доба). Збільшення проміжку супроводжується зміною статистичних характеристик розподілу обсягу надходження, а також виду розподілу. Одноденний обсяг агрегатів, що надходять на районні ТОП (ТОП<sup>н</sup>), переважно відображається теоретичним розподілом Пуассона. З огляду на те, що потоки агрегатів, які надходять на агрегатно-ремонтні підприємства обласного рівня і обласні ТОП (ТОП<sup>о</sup>) регулюються, одно-

денні їх обсяги здебільшого не можна описати відомими теоретичними розподілами. Збільшення досліджуваного проміжку часу (до двох-п'яти діб) уможливиле відображення обсягів надходжень одним з теоретичних розподілів - Вейбула або Гауса. Збільшення річної програми сервісних підприємств, внаслідок зростання інтенсивності потоку, супроводжується збільшенням оцінок математичного сподівання ( $\hat{m}(\lambda)$ ) і середньоквадратичного відхилення ( $\hat{\sigma}(\lambda)$ ) розподілу обсягу добового надходження. Для потсків однотипних агрегатів, які надходять на сервісні підприємства певного рівня, що відрізняються між собою річною програмою, між  $\hat{m}(\lambda)$  і  $\hat{\sigma}(\lambda)$  виявлені кореляційні залежності. У загальному випадку вони записуються степеневов функцією виду:

$$\hat{\sigma}(\lambda) = K' (\hat{m}(\lambda))^{k'}, \quad (21)$$

де  $K'$  і  $k'$  - емпіричні коефіцієнти ( $K'=1,25-1,79$ ,  $k'=0,1-0,54$ ). Дослідження добової (змінної) продуктивності технологічних ліній (дільниць) капітального ремонту агрегатів за умови відсутності впливу дефіциту об'єктів ремонту дало змогу стверджувати, що вона відображається нормальним розподілом.

За результатами імітаційного моделювання умовної системи потік-обслуговування встановлені залежності і побудовані номограми (рис.5), які уможливають розрахунок обсягу резерву складових частин машин для тієї чи іншої технологічної лінії їх ремонту за критерієм заданої ймовірності виникнення її простоя:

$$Z_{\bar{R}} \hat{m}(\lambda) (\hat{m}_T[\Delta_j^m] + \varepsilon \cdot \hat{\sigma}_T[\Delta_j^m]), \quad (22)$$

де  $\hat{m}_T[\Delta_j^m]$ ,  $\hat{\sigma}_T[\Delta_j^m]$  - відповідно оцінки математичного сподівання і середньоквадратичного відхилення дефіциту об'єктів ремонту в умовній системі ПО (для котрої коефіцієнти варіації надходження і обслуговування об'єктів дорівнюють аналогічним коефіцієнтам реальної системи), од;  $\varepsilon$  - коефіцієнт, що характеризує ймовір-

ність появи простої лінії (рис.5,в).

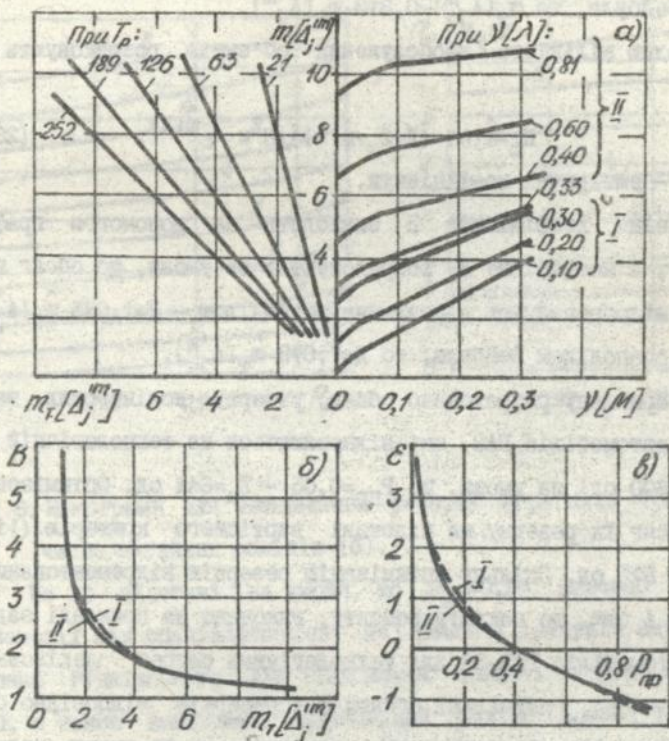


Рис.5. Номограми для визначення математичного сподівання нестачі об'єктів ремонту (а), коефіцієнтів  $B$  (б) і  $\epsilon$  (в) за умови розподілу обсягу надходжень: 1 - Гауса; 2 - Вейбула.

Оцінку  $\hat{m}_r[\Delta_j^m]$  за умови відомих значень коефіцієнтів варіації надходження  $\hat{\nu}(\lambda)$  і обслуговування  $\hat{\nu}(\mu)$  об'єктів за фіксований проміжок  $t$  знаходять за допомогою номограми (рис.5,а). Для цього тривалість  $T_p$  реалізації процесів надходження і обслуговування (річний фонд часу) виражають в одиницях  $t$ . Оцінку  $\hat{\sigma}_T[\Delta_j^m]$  визначають на підставі статистичних закономірностей реального потоку: якщо за інтервал часу  $t$  обсяг надходжень відображається

нормальним розподілом, то  $\hat{\sigma}_T[\Delta_j^m] = 0,751 \cdot \hat{m}_T[\Delta_j^m]$ , якщо ж - розподілом Вейбула, то  $\hat{\sigma}_T[\Delta_j^m] = 0,813 \cdot \hat{m}_T[\Delta_j^m]$ .

Середню кількість необслужених об'єктів розраховують за формулою

$$N_Z = \hat{m}[\lambda] \cdot (D + Z_K / \hat{m}[\lambda]) / B^2 K / \hat{m}[\lambda], \quad (23)$$

де  $D$  і  $B$  - емпіричні коефіцієнти.

Значення коефіцієнта  $B$  знаходять за допомогою графіка (рис.5,б), а коефіцієнт  $D$  - розраховують: за умови, що обсяг надходжень відображається нормальним розподілом -  $D = 1,045 \cdot \hat{m}_T[\Delta_j^m]$ , якщо ж - розподілом Вейбула, то  $D = 1,073 \cdot \hat{m}_T[\Delta_j^m]$ .

Для прикладу розраховано обсяг резерву колінчастих валів двигунів автомобілів ГАЗ, які відновлюються на технологічній лінії ( $M = 16600$  од), за умови, що  $P_{пр} = 0,05$  -  $Z_K = 644$  од. Оптимізований же обсяг їх резерву на підставі вартісного критерію (11) становить 575 од. Спільну оптимізацію резервів відремонтованих агрегатів і тех., що чекають ремонту, виконано на прикладі задніх мостів автомобілів ГАЗ-53 для технологічних потреб Задеківського РМЗ ( $M = 5600$  од). Оптиміальні обсяги цих резервів відповідно становлять 300 і 250 од. Окрім того, виявлено, що за умови календарного адаптування режимів роботи відповідної технологічної лінії в унісон інтенсивності потоку, оптиміальні обсяги резервів зменшуються приблизно в два рази.

З метою визначення резервів агрегатів для окремих ТОП" другого рівня розроблено для розподілу Пуассона номограму (рис.6), яка характеризує залежність між обсягом резерву  $Z$ , ймовірністю  $P_{НО}$  негайного обміну агрегатів, що вимагають ремонту, на відремонтовані і середнім значенням  $\lambda_t$  кількості агрегатів, що надходять за проміжок часу  $t_{п.}$

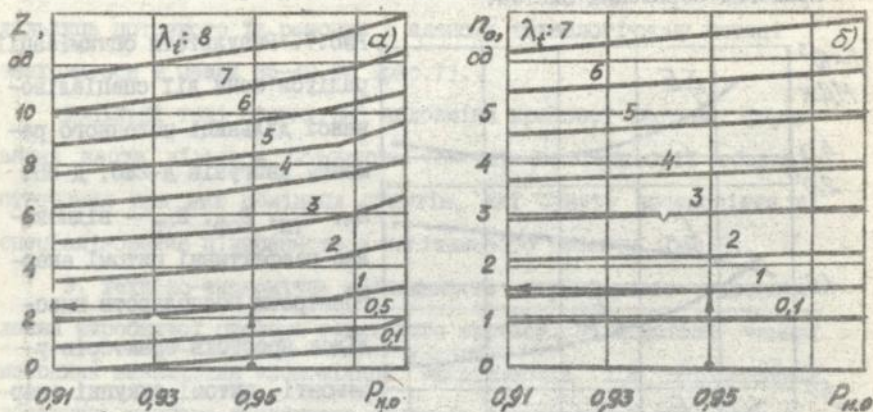


Рис.6. Номограми для визначення резерву агрегатів Топ''(а) і числа негайних обмінів (б).

На її підставі за умови, що  $P_{н.о.} = 0,95$ , вивчено показники взаємодії між спеціалізованою на ремонті двигунів СМД-62 майстернею Рудківського АРП (Львівська область) і ПРМ за участю Топ, а також визначено оптимальний радіус зони дії Топ, який становить 32 км. Тому резервувати ці агрегати слід не на кожному 21-му наявному районному Топ, а лише на семи.

Різний зміст ремонтних втручань щодо повернення роботовадного стану і ресурсу агрегатів, відмінні технологічного базису відповідних процесів та кількісних параметрів потоків замовлень на ремонт, а також часові обмеження механізованих процесів на перебування машин у ремонті є початковими даними для визначення ефективних технологічних структур, оптимальних виробничих програм і територіальних зон обслуговування ПРМ спеціалізованими дільницями і технологічними лініями поточного та капітального

ремонту тих чи інших агрегатів, а відтак - виробничих структур крайових сервісних систем.

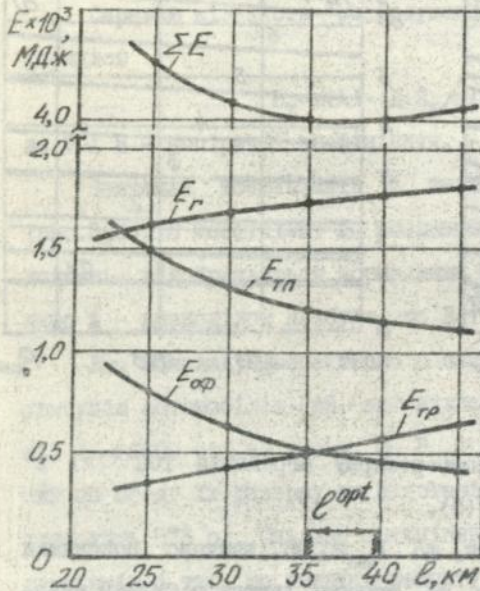


Рис.7. Результати оптимізації радіуса зони дії спеціалізованої ділянки поточного ремонту двигунів Д-240, Д-65:  $E_r$ ,  $E_{тр}$ ,  $E_{оп}$ ,  $E_{тр}$  - відповідно неефективні питомі енерговитрати господарств внаслідок простоїв тракторів у ремонті, питомі сукупні енерговитрати в технологічному процесі, на створення резерву агрегатів і транспортування їх між ділянкою і ПРМ, МДж.

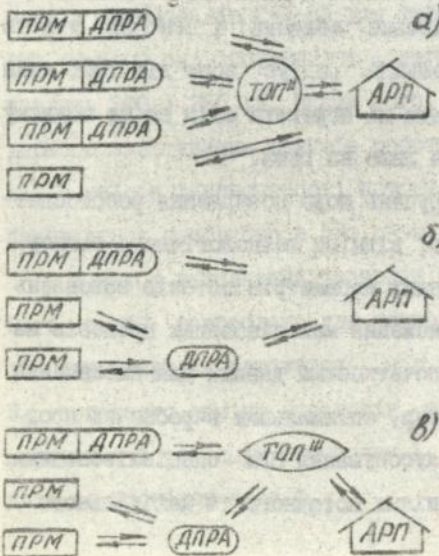


Рис.8. Характерні структурні видозміни чинних (а) крайових систем ремонту тракторних двигунів без участі (б) і за участі (в) технічних обмінних пунктів.

На прикладі системи ремонту двигунів Д-240 і Д-65 в умовах Львівської області розраховано, що оптимальний радіус зони дії дільниць поточного їх ремонту в єдиному технологічному потоці знаходиться в межах 35-40 км (рис.7).

Доцільні такі структурні видозміни крайової системи: формування шести дільниць поточного ремонту на території області; створення при них обмінних пунктів, які будуть взаємодіяти зі спеціалізованим підприємством капітального ремонту (рис.8).

9. Техніко-економічна ефективність структурного удосконалення виробничої системи технічного сервісу. На підставі чинної методики визначення економічної ефективності від впровадження досягнень науково-технічного прогресу розрахований економічний ефект від таких заходів: підвищення рівня технологічно злагодженої взаємодії між виробничими сільськогосподарськими формуваннями і первинними ремонтними майстернями господарств; структурне вдосконалення агрегатно-ремонтного підприємства; формування оптимальних обсягів резервів на агрегатно-ремонтних підприємствах; удосконалення транспортної інфраструктури регіональної системи ремонту двигунів СМД-62. Розрахунки переконують в економічній доцільності структурного вдосконалення чинних регіональних систем технічного сервісу.

#### Висновки та пропозиції

1. На початковому етапі реформування аграрного сектора економіки (західний регіон України) відбулося подрібнення і збільшення кількості господарств порівняно з 1990 роком у 3,5 рази, зниження річного надходження мобільної техніки в 6,5 - 39 раз, старіння МТП. Власнов ремонтно-обслуговуючих базок володіє лише 32% господарств. Створена за умов централізовано-планового управління економіков, система ремонту машин функціонує неефективно-

кількість машин, які простояють з технічних причин у період сільськогосподарських робіт, сягає понад 25%, що зумовлює порушення рілльничих технологій і як наслідок - втрати врожаю. Підвищення ефективності технічного сервісу неможливе без функціонально-структурного вдосконалення наявної системи на підставі комплексного вивчення технологічних і технічних чинників як основного сільськогосподарського, так і сервісного виробництва.

2. Системний аналіз потреби і змісту ремонтних втручань та часових зв'язків між механізованими рілльничими і ремонтно-обслуговуваними процесами уможливив означення засадничої функції теорії ефективного ремонту машин - відшукування структурної відповідності системи ремонту машин рівню розвитку системи їх використання, яка досягається за умови виконання ремонтних втручань вчасно і якісно щодо технічного стану машин та своєчасно щодо технологічних обмежень рілльничих процесів з мінімальними технологічно потрібними витратами ресурсів на ремонт, а також розробки методів визначення допустимого часу перебування машин у ремонті, неефективних витрат ресурсів внаслідок простоїв з технічних причин, умов технологічно злагодженої взаємодії між господарствами і ремпідприємствами.

3. На прикладі тракторів класу 1,4 і 0,9, яких у структурі тракторного парку господарств понад 40%, встановлено, що їх використання характеризується чотирма періодами: двома характерними (інтенсивного і неінтенсивного використання) і двома перехідними. Середньогодинні неефективні витрати ресурсів господарств внаслідок понаддопустимих простоїв тракторів класу 1,4 з технічних причин у період сільськогосподарських робіт (квітень-жовтень), виражених в енергетичних одиницях, становлять 1060 МДж. Часові обмеження механізованих рілльничих процесів на перебування

їх у ремонті для періодів інтенсивного (травень-вересень) і неінтенсивного (грудень-лютий) використання відповідно описуються розподілами:

$$f(t_p^D) = 0,4 \cdot \exp[-0,4 \cdot t_p^D];$$

$$f(t_p^D) = 0,18 \cdot [(t_p^D - 6,3)/20,9]^{2,7} \cdot \exp[-((t_p^D + 6,3)/20,9)^{3,7}].$$

Середня тривалість перебування демонтованих агрегатів у ремонті становить 70,7 год.

4. Розкриття причинно-наслідкових зв'язків потоку надходження тракторів у ремонт і перебігу процесу поновлення їх роботоздатного стану дало змогу розробити математичні моделі демонтажно-монтажних процесів і роботи ремонтно-монтажних дільниць первинних майстерень. На підставі структурного моделювання демонтажу-монтажу двигунів, коробок передач, задніх мостів, передніх мостів (осей) і трансмісій тракторів класів 1,4 і 0,9 встановлено, що залучення до процесів двох і трьох виконавців, порівняно з одним, скорочує в середньому тривалість демонтажу відповідно на 43,1% і 54,9%, а монтажу - на 39,5% та 50,8%.

Висліди імітаційного моделювання роботи ремонтно-монтажних дільниць у характерні періоди використання тракторів переконують: середні сумарні понаддопустимі простой їх у ремонті в функціях параметрів потоку, кількості постів, чисельності виконавців і тривалості технологічних перерв; за наявних технологічних перерв усунути негативний вплив простоїв тракторів на перебіг механізованих різнорічних процесів можна лише резервуванням цих машин при первинних майстернях; знеособлення агрегатів і скорочення технологічних перерв до трьох годин у можливіше дотримання часових обмежень різнорічних процесів без резервування тракторів, а також зменшення у 2-4 рази потрібної кількості постів дільниць; формування резервів відремонтованих складових частин машин на

технічних обмінних пунктах і організація ремонту тракторів усіх господарств незалежно від форми власності у наявних первинних майстернях є першочерговим завданням практики.

5. Розроблена методика пошуку відповідності між властивостями множини відмін конструкційно-технологічного базису і тактом процесу ремонту складових частин машин уможливило визначення за енергетичним критерієм ефективних технологій і комплексів обладнання спеціалізованих технологічних ліній. Висліді становлення технологічних структур ліній капітального ремонту двигунів Д-240 дають змогу узагальнити: значення програми, за якої відбувається видозміна технологічної структури, одночасно характеризує потужність попередньої і мінімальну ефективну програму наступної суміжних ліній. Із зростанням програми структурна видозміна супроводжується переважно збільшенням кількості обладнання, фронту і чисельності виконавців, а також коефіцієнтів використання фондів часу виконавців і обладнання; питомі сукупні енерговитрати відображаються залежністю  $E^n = 1,206 \cdot 10^3 + 3,936 \cdot 10^6$ :М. Встановлено, що питомі сукупні енерговитрати для ефективних комплексів обладнання ліній ремонту двигунів Д-240 в середньому менші в 2,2 раза порівняно з базовими.

6. Транспортування на обласні технічні обмінні пункти і агрегатно-ремонтні підприємства складових частин машин, що вимагають ремонту, партіями, обсяги яких регулюються, унеможливило відображення відповідних потоків найпростішим потоком. Встановлено для однотипних агрегатів кореляційні залежності між оцінками математичного сподівання ( $\hat{m}(\lambda)$ ) і середньоквадратичного відхилення  $\hat{\sigma}(\lambda)$ , що в загальному виражаються рівнянням  $\hat{\sigma}(\lambda) = K'(\hat{m}(\lambda))^{k'}$ , де  $K'$  і  $k'$  — коефіцієнти, значення яких залежить від маси агрегату і рівня підприємства ( $K' = 1,25 - 1,79$ ,  $k' = 0,1 - 0,54$ ), а також виявлена

наявність для будь-якого потоку такого мінімального інтервалу часу, обсяг надходження за який відображається розподілом Вейбула чи Гауса, дають змогу прогнозувати і моделювати потоки. На цій підставі розроблено теорію, виконано імітаційне моделювання і отримані залежності (вираз 9, рис.5), які уможливають визначення впливу резерву складових частин машин на показники функціонування технологічних ліній їх ремонту, а відтак і оптимізацію за вартісним (вираз 11) або енергетичним критерієм його обсягу. Для технологічних ліній капітального ремонту складових частин машин оптимальні обсяги резервів сягають 3,5-10% їх річної програми.

7. Територіально розосереджені пункти резервування відремонтованих складових частин машин (технічні обмінні пункти) слід класифікувати за ознаков взаємодії їх із суміжними формуваннями сервісної системи на три рівні.

Розроблена модель управління резервами з регламентованою періодичністю їх поповнення враховує статистичні закономірності потоку складових частин машин, обмеження на кількість транспортних засобів і уможливляє визначення показників взаємодії у функції від параметрів (вирази 16,17), з також їх оптимізацію (вираз 15).

Оптимальну кількість пунктів резервування в зоні дії агрегатно-ремонтного підприємства слід визначати для кожної складової частини, що капітально ремонтується, на підставі оптимізації радіуса зони дії пунктів, методиком якої передбачається виявлення залежностей витрат коштів на централізоване поповнення резервів, а також взаємодію між первинними майстернями і пунктами у функції від їх радіуса. Оптимальний радіус зони дії пунктів резервування капітально відремонтованих агрегатів збільшується зі

збільшенням радіуса зони обслуговування первинних майстерень агрегатно-ремонтним підприємством. Оптимальне значення радіуса зони дії пункту зберігання резерву двигунів СМД-62, що ремонтуються в умовах Львівської області, становить 32 км, а тому в області слід зменшити число пунктів їх резервування з 21 до 7.

8. Відміна властивостей конструкційно-технологічних базисів процесів повернення роботоздатного стану і ресурсу складових частин машин, рівень параметрів попиту на виконання відповідних втручань, а також значення часових обмежень механізованих рілльничих процесів на перебування техніки в ремонті з головними чинниками, які повинні враховуватися під час проектування структурно досконалих сервісних систем. На підставі розроблених методів визначення впливу зазначених чинників на структуру системи встановлено: роботоздатний стан двигунів тракторів класу 1,4 слід поновлювати на міжгосподарських ділянках; оптимальний радіус зони дії такої ділянки для умов Львівської області знаходиться в межах 35-40 км, що забезпечує виробничу програму відповідно в обсязі 654-855 од; формування міжгосподарських ділянок поточного ремонту двигунів відозміняє структуру сервісної системи і технологічні зв'язки між її складовими.

9. Впровадження результатів дослідження у виробництво здійснювалося за рахунок структурного вдосконалення ремонтних підприємств і резервування складових частин машин у сервісній системі, що уможливило підвищення технологічного рівня ремонту рілльничої техніки. Фактичний економічний ефект від впровадження впродовж 1980-1995 рр. вислідів дисертаційної роботи становить: Хустське АПО "Тиса" - 214,1 тис.крб (ціни 1991 р.); Радеківський РМЗ - 3 млн. 883 тис.крб (ціни 1991 р.); Радеківське підприємство "Агротехсервіс" - 1 млн.600 тис.крб (ціни 1993 р.); агрофірма

"Підлісне" - 2,5 тис.крб (ціни 1991 р.). Сподіваний річний економічний ефект від скорочення втрат рілльничої галузі господарств Львівщини внаслідок зниження простоїв тракторів класу 1,4 з технічних причин оцінюється в 76 млрд.крб (ціни 1995 р.).

Зміст дисертації викладено у 65 наукових друкованих працях. Головні з них:

1. Ремонт техніки агропромислового комплексу / О.Д.Семкович, О.В.Сидорчук, В.А.Карпінський та ін. - Львів: Вища школа, 1984. -260 с.(навч. посібник).
2. Сидорчук А.В. Рекомендации по расчету запасов объектов ремонта и деталей, требующих восстановления, на специализированных агрегатно-ремонтных предприятиях. - Львов, 1962. -27 с. (брошура).
3. Семкович О.Д., Сидорчук О.В., Федосенко С.А. Методика визначення ефективного комплексу обладнання технологічної лінії ремонту агрегатів.- Львів, 1996.- 31 с. (брошура).
4. Сидорчук О.В., Сенчук С.Ф., Кухарук О.В. та ін. Методика визначення оптимальних резервів складових частин машин на технічних обмінних пунктах.- Львів, 1996.- 26 с.(брошура).
5. Семкович О.Д., Сидорчук О.В. Оптимізація потоків надходження ремонтного фонду за вхідного статистичного контролю //Механізац. с.-г. в-тва: Пр.ін-ту/ Львів. с.-г. ін-т. -Львів, 1976.- Т.64. -С.18-26.
6. Сидорчук А.В. Исследование технического состояния задних мостов автомобилей, поступающих на капитальный ремонт // Механизац. и электрификац. с.-х. пр-ва: Тр. ин-та / Львов. с.-х. ин-т. - Львов, 1977. Т.72. С.64-68.
7. Семкович О.Д., Сидорчук О.В., Смаль П.Д. та ін. Оцінка технічного стану автомобільних ведучих мостів // Вісник с.-г. науки. - 1978. - № 7. - С.97-102.
8. Семкович А.Д., Сидорчук А.В. Принцип определения качественного состояния входных потоков // Механизац. и электрификац. производственных процессов в с.х.: Тр. ин-та / Львов. с.-х.ин-т. - Львов, 1979. - Т.84. - С.57-63.
9. Семкович А.Д., Сидорчук А.В. Исследование технического состояния автомобильных ведучих мостов // Механизац. и электрификац. соц. с.х. - 1979. - № 14. - С.43-44.

10. Сидорчук А.В. О распределении частот появления деталей, требующих ремонта // Механизац. и электрификац. производств. процессов в с.х.: Тр. ин-та // Львов. с.-х. ин-т. - Львов, 1979. - Т.84. - С.72-78.

11. Суслев В.П., Семкович А.Д., Сидорчук А.В. и др. Совершенствовать оперативное планирование и управление ремонтным производством // Техника в с.х. - 1980. - № 1, - С.51-53.

12. Сидорчук О.В. Формалізація потоків складів деталей, що очікують ремонту і комплектування // Вісник с.-г. науки. -1981. - № 7, - С.45-48.

13. Суслев В.П., Семкович О.Д., Сидорчук О.В. і ін. Дослідження параметрів функціонування елементів системи ремонту автомобільних ведучих мостів // Вісник с.-г. науки. -1981. - № 12, - С.39-41.

14. Сидорчук А.В. Согласованное функционирование смежных фаз процесса ремонта агрегатов // Эксплуатация и ремонт с.-х. техники в западном регионе УССР: Тр. ин-та / Львов. с.-х. ин-т. - Львов, 1981. Т.96, - С.75-84.

15. Сидорчук А.В. Расчет запаса деталей незавершенного производства // Механизац. и электрификац. с.х. - 1982. - № 2, - С.38-40.

16. Сидорчук О.В. Розрахунок запасів об'єктів ремонту і деталей, що вимагають відновлення // Вісник с.-г. науки. - 1983. - № 1, - С.67-70.

17. Сидорчук А.В. Расчет запаса изношенных деталей при восстановлении их на технологических линиях // Механизац. и электрификац. с.х. - 1983. - № 1. - С.51-53.

18. Суслев В.П., Семкович А.Д., Сидорчук А.В. и др. Расчет запаса ремонтируемых тракторных агрегатов // Пути совершенствования организации и технологии ремонта с.-х. техники: Тр. ин-та /Белорус. ин-т механизаци. с.х. - Горьки, 1983. Вып.112. - С.3-7.

19. Семкович А.Д., Янких В.В., Сидорчук А.В. Расчет элементов производственного цикла ремонта машин и их сборочных единиц // Повышение эффективности эксплуатации и ремонта МТП с. х. в Западных областях УССР: Тр. ин-та / Львов. с.-х. ин-т. - Львов, 1983, - С.23-27.

20. Семкович О.Д., Сидорчук О.В. Потоки вимог ремонту автотракторних агрегатів // Вісник с.-г. науки. - 1985. - № 8, - С.74-77.

21. Сидорчук А.В., Сорока Н.П., Янків В.В. и др. Использование и эксплуатационная надежность тракторов Т-150К в условиях хозяйств Ровенского ОАПО // Совершенствование процессов с.-х. ремонтного пр-ва в западном регионе УССР: Тр. ин-та / Львов. с.-х. ин-т. -Львов, 1985. -С.71-74.

22. Сидорчук А.В. Допустимые простои тракторов в ремонте // Совершенствование процессов сельскохозяйственного ремонтного производства в Западном регионе УССР: Тр. ин-та / Львов. с.-х. ин-т. - Львов, 1986. - С.27-30..

23. Янків В.В., Сидорчук А.В. Структурное рассмотрение восстановительного процесса // Повышение надежности с.-х. техники: Тр. акад. / Латв. с.-х. академ. - Елгава, 1988. - Вып.252. - С.62-69.

24. Сидорчук А.В., Боярчук В.М. Адаптивный режим функционирования агрегатно-ремонтного производства // Совершенствование ремонтно-восстановительных процессов в отраслях АПК: Тр. ин-та / Львов. с.-х. ин-т. - Львов, 1988, - С.25-30.

25. Сидорчук А.В. Взаимодействие ремонтных производств с районными обменными пунктами // Механизац. и електрификац. с. х. - 1988. - № 6, - С.48-50.

26. Сидорчук А.В. Системное описание механизированного сельскохозяйственного и ремонтно-обслуживающего производств // Динамика и прочность конструкций с.-х. машин: Тр. ин-та / МИИСП. - М., 1989, - С.67-72.

27. Семкович А.Д., Боярчук В.М., Сидорчук А.В. Прогнозирование и своевременное удовлетворение спроса на ремонт автотракторных агрегатов // Тр. ин-та / ГОСНИТИ. -М. 1990. - Т.87, - С.66-70.

28. Сидорчук О.В., Заець М.З. Умови ефективного застосування різних методів ремонту тракторів //Підвищення організаційно-технологічного рівня ремонтно-відновних процесів в АПК регіону: Пр. ін-ту / Львів с.-г. ін-т. -Львів, 1990, - С.27-31.

29. Сидорчук О.В., Карпа М.І., Тимочко В.О. і ін. Технологічні вимоги механізованого процесу в рослинництві до темпів ремонту машин // Підвищення організаційно-технологічного рівня ремонтно-відновних процесів в АПК регіону: Пр. ін-ту /Львів. с.-г. ін-т. -Львів, 1990, - С.84-90.

30. Сидорчук О.В. Моделі взаємодій в системі використання і ремонту сільськогосподарської техніки // Удосконалення механі-

зованих процесів в інтенсивному рослинництві Західного регіону УРСР: Пр. ін-ту / Львів с.-г. ін-т. - Львів, 1990. - С.29-34.

31. Сидорчук А.В. Статистические закономерности функционирования и методика расчета количества постов ремонтно-монтажного участка мастерской хозяйства // Совершенствования хозяйственных отношений при ремонте и использовании техники в сельском хозяйстве: Тр. ин-та / МИИСП. - М., 1990. - С.28-33.

32. Сидорчук О.В. Передумови підвищення ефективності взаємодії в системі використання і ремонту сільськогосподарської техніки // Механізац. та електрифікац. с.г. -К., 1991. Вип.74, - С.43-47.

33. Сидорчук А.В. Предпосылки слаженного взаимодействия агрегатно-ремонтных предприятий и мастерских хозяйств // Технический сервис в агропромышленном комплексе: Тр. ин-та / МИИСП. М., 1992. - С.109-119.

34. Семкович О.Д., Сидорчук О.В., Федосенко С.А. Оптимізація структури дільниці миття вузлів і деталей двигуна Д-240 // Надійність і ремонт машин у с. г-ві: Зб. наук. праць/ ЛДСГІ. - Львів, 1993. - С.50-59.

35. Семкович О.Д., Сидорчук О.В., Федосенко С.А. Енергетичний критерій обґрунтування доцільного мийного устаткування // Надійність і ремонт машин у с. г-ві: Зб. наук. праць/ ЛДСГІ. - Львів, 1993. - С.43-50.

36. Семкович О.Д., Сидорчук О.В., Тимочко В.О. та ін. Нормування тривалості перебування тракторів у ремонті // Надійність і ремонт машин у с. г-ві: Зб. наук. праць/ ЛДСГІ. - Львів, 1993. - С.80-88.

37. Сидорчук О.В. Теоретичні передумови ефективної взаємодії між системами використання і ремонту МТП // Надійність і ремонт машин у с. г-ві: Зб. наук. праць/ЛДСГІ. - Львів, 1993. - С.12-17.

38. Сидорчук О.В. Взаємодія агрегатно-ремонтних підприємств з обласними технічними обмінними пунктами // Механізац. та електрифікац. с.г. -К., 1994. -Вип.80. - С.105-109.

39. Сидорчук О.В. Системний аналіз проблеми ресурсозаощадження в рільництві // Механізовані процеси с.-г. в-ва: Зб. наук. праць/ ЛДСГІ. - Львів, 1995. - С.24-27.

40. Сидорчук О.В., Кухарук О.В., Сенчук С.Р. Передумови формування ресурсоощадних обслуговуючо-ремонтних виробничих систем // Механізовані процеси с.-г. в-ва: Зб. наук. праць/ ЛДСГІ. -

Львів, 1995. - С.86-91.

41. Сидорчук О., Тимочко В., Сенчук С. Знеособлення агрегатів тракторів підвищує ефективність їх ремонту// Техніка АПК. - 1995. - №4, - С.18-19.

42. Дифференцированные нормы времени на замену основных агрегатов тракторов Т-150К, МТЗ-80/82, КМЗ-6 и текущий ремонт их двигателей в условиях хозяйств: Информ. листок о передовом произв.-техн. опыте /А.В.Сидорчук, В.Г.Мельничук, И.М.Флинс, С.А.Федосенко и др. - Вып. 12. -Серия 36. -№89-155. -Львов: Львов. МТЦНТИ, 1989. -3 с.

43. Разработка эффективных методов эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка в условиях западного региона УССР // Семкович А.Д., Сидорчук А.В., Фурнальчик Е.Д. и др. Отчет о НИР /Львов. СХИ.- Львов, 1986, ч.1 и 2. Инв. №02870074705 во ВНТИЦ.- 114 с.

44. Исследование и обеспечение функционирования системы восстановления изношенных деталей на предприятиях Ровенской облсельхозтехники //Семкович А.Д., Сидорчук А.В., Янкив В.В. и др. Отчет о НИР /Львов СХИ.- Львов, 1987. Инв. №02880045285 во ВНТИЦ.- 62 с.

45. Разработать и внедрить процессы ремонта с.-х. техники, обеспечивающие основные требования хозяйств западного региона УССР //Семкович А.Д., Сидорчук А.В., Фурнальчик Е.Д. и др. Отчет о НИР /Львов. СХИ.- Львов, 1990 (№ гос. регистрации 0187005084760 во ВНТИЦ).

46. Организационно-технологическое взаимодействие между ремонтными мастерскими колхозов Хустского РАПО и специализированными ремонтными предприятиями. Семкович А.Д., Сидорчук А.В., Мельничук В.Г. и др. Отчет о НИР /Львов. СХИ.- Львов, 1989. Инв. №02900045178 во ВНТИЦ.- 104 с.

47. Взаимодействие между сельскохозяйственными производственными подразделениями и ремонтными мастерскими хозяйств Хустского АПО "Тиса" Закарпатской области //Конкин В.А., Сидорчук А.В. Отчет о НИР /МИИСП.- Москва, 1991. Инв. №02910046799 во ВНТИЦ.- 30 с.

Sydorchuk O.V. The scientific basis of improvement of technological maintenance structures of mobile farming technique.

Manuscript of dissertation for the degree of Doctor of technical sciences in the speciality 05.20.03 - Maintenance, restoration and repairing of farm machinery. National Agrarian University, Kyiv, 1996.

The theoretical items of effective maintenance of farm technique, the methods of defining of effective technological structures and optional reserves of component parts of machines in the maintenance production and technique experiments are defended. It is investigated that the structure of repairing system is conditioned by the amount of repairing work of the machiner and their repairing spare parts and time limits of agricultural processes of the durability of the repairing and also by the difference of the properties of constructive-technological basis of repairing processes. There were introduced several investigations in the production and defined their effectiveness.

Сидорчук А.В. Научные основы совершенствования технологических структур ремонта мобильной техники земледелия.

Рукопись диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 - Эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники. Национальный аграрный университет, г.Киев, 1996.

Защитаются теоретические положения эффективного ремонта сельскохозяйственной техники, методы определения эффективных технологических структур и оптимальных резервов составных частей машин в ремонтном производстве, а также результаты производственных и машинных экспериментов. Доказано, что структура ремонтной системы предопределяется параметрами потоков на ремонт машин и их составных частей, временными ограничениями сельскохозяйственных процессов на продолжительность ремонта, а также различием свойств конструктивно-технологического базиса ремонтных процессов. Осуществлено внедрение отдельных разработок в производство и определена их эффективность.

Ключові слова: технологічні зв'язки, ремонт, структура, процес, енергетичний критерій, моделювання.

88. П. С. А. А.

Шд. до друку 6.05.96. Форм. пап. 60x84/16 Ум. друк. арк. 2, 79.

Уч.-видав. л. 2, 18. Папір друкарський. Друк офсетний.

Зам. 228.

Тир. 100.

Ротапринт ЛДСГІ Дубляни, Студенська, 2.

446153

