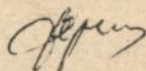


НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ФОРНАЛЬЧИК  
Свєрен Юліанович



АДАПТИВНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ  
ФЕРМІВСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ  
(на прикладі молочно-товарних ферм господарств  
західного регіону України)

Спеціальність 05.20.03 Експлуатація, відновлення  
та ремонт сільськогосподарської  
техніки

А в т о р е ф е р а т  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Київ - 1994

ДВ 31.459

Дисертація є рукописом.

Робота виконана у Львівському державному сільськогосподарському інституті

Науковий консультант: академік АІНУ, доктор технічних наук, професор О.Д.Семкович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Фінн Е.А.

доктор технічних наук,  
Бойко А.І.

доктор технічних наук,  
професор Победінський В.М.

Провідна організація - Інститут технічного сервісу

Захист відбудеться " 20 " січня 1995 р. о 14-30 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.05.04 у Національному аграрному університеті за адресою: 25204І, Київ-4І, вул.Героїв Оборони ІЗ, корпус 7, аудиторія 27.

Прохання взяти участь в обговоренні дисертації на її захисті або надіслати Ваш відзив на автореферат у двох примірниках, завірених печатком, за адресою: 25204І, Київ-4І, вул.Героїв Оборони, ІБ, сектор захисту дисертацій.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Автореферат розісланий " 11 " листопада 1994 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат технічних наук, доцент

*Григор*

Гречкосій В.Д.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00755863 (Y)

ЛННБ ім. В. Стефаніка  
України

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Проходження механізованих процесів на тваринницьких фермах /ТФ/ має свої відмінності порівняно з процесами у галузі рослинництва. Вони зумовлені, в першу чергу, тим, що на ТФ вирощується продукція з біологічних видів, які стоять на вищому рівні еволюційного розвитку, ніж рослини. З цього витікають усі решта особливостей вирощування тваринницької продукції: у закритих /утеплених/ приміщеннях з високою чутливістю до змін мікроклімату, режимів і раціонів годівлі; довготривалість вирощування - від 1-го до 6-ти - 8-ми років з багаторазовою періодичністю природних циклів /літній - пасовищний і зимовий - стійловий/ тощо. Ці особливості накладають об'єктивні вимоги щодо концентрації поголів'я худоби, режимів функціонування ТФ, екологічних та етологічних вимог до конструкцій машин і механізмів, тривалостей проходження окремих операцій механізованих процесів, міжопераційних зв'язків як в окремих виробництвах ТФ, так і в їх технологічних лініях та під час організаційно-технологічної взаємодії цих виробництв між собою.

У зв'язку з цим імовірність безвідмовної роботи фермівського обладнання /ФО/ повинна бути в межах 0,95-0,99. Дотримання цього показника надійності ФО практично виключає його простої.

При низьких інженерних рівнях ФО, розвитку ремонтно-обслуговувальної бази /РОБ/, рівня технічної експлуатації цього обладнання, його фізичного і морального спрацювання й матеріально-технічного забезпечення ремонтно-обслуговувальних втручань /РОБ/, збитки галузі тваринництва через простої машин і обладнання перевищують можливі /потенційні/ нормативні затрати, що мали б бути відведеними державою на попередження і усу-

нення дії перелічених чинників. Коефіцієнт технічної готовності Ф0 лежить у межах 0,92-0,96. У Львівській області, наприклад, кількість Ф0, що експлуатуються з ресурсом, який перевищує оптимальний /5,5 років/, лише 42-79,6%, частка машин з ресурсом, більшим, ніж 12 років становить 7,8-24,6%. Оплата праці слюсарів-ремонтників на фермах не відповідає фактичним трудозатратам, державним витратам на їх кваліфікаційну підготовку, умовам їх роботи, не пов'язана з рентабельністю основного виробництва. Ремонтно-обслуговувальна база галузі забезпечена ремонтно-експлуатаційними матеріалами лише на 50%, по деякій номенклатурі - тільки на 3%.

Усі ці та інші показники технічної експлуатації Ф0 та розвитку РОБ не в змозі покращити істотно чинна Планово-запобіжна система технічного обслуговування і ремонту фермівського обладнання /ПЗРТОФ0/ через свою обмежену пристосованість до вимог і умов основного виробництва, яким є ТФ. Отже, існує важлива народногосподарська проблема своєчасного і гарантованого забезпечення роботоздатності Ф0, розв'язання якої потребує передовсім глибокого наукового дослідження і впровадження його результатів у механізоване тваринництво та РОБ. Беручи до уваги існуючий стан з рівнем експлуатації Ф0, надмірні втрати галузі тваринництва з технічних причин /через простої Ф0/ й неспроможність чинної ПЗРТОФ0 і поклавши в основу даного дослідження нормативи щодо проходження в часі механізованих процесів, зооветеринарні вимоги до параметричних і експлуатаційних показників надійності Ф0 й існуючий рівень розвитку РОБ, розв'язання цієї проблеми окреслено рамками перетворення ПЗРТОФ0 в а д а п т и в н у сис-

тему забезпечення роботоздатності фермізського обладнання /АСЗРОФЮ/.

Проблема, яка розв'язується у роботі: забезпечення безвтратного /з технічних причин/ функціонування механізованих процесів на тваринницьких фермах /ТФ/.

Дисертація є частиною державних науково-дослідних робіт, виконаних у Львівському ДСГІ на теми: I/ "Розробка ефективних методів експлуатації та ремонту МТП в умовах західного регіону УРСР" на 1981-1985 рр. /№ держ. реєстр. у ВНТЩ ОІ 81.5 ОІІ559/. Продовження цієї теми входило до науково-технічної програми ГНТ СРСР за № 0.51.11 на 1986-1990 рр.; 2/ "Організаційно-технологічна взаємодія в системі ремонту і експлуатації МТП" на 1991-1995 рр.

Мета дослідження: розробка досконалішої від чинної планово-запобіжної системи технічного обслуговування і ремонту, системи забезпечення роботоздатності фермізського обладнання, яка уможливила функціонування механізованих процесів галузі у безвтратному /з технічних причин/ режимі.

У роботі розв'язуються такі задачі:

1. Техніко-технологічний аналіз рівнів надійності Ф0, особливостей проходження механізованих процесів на ТФ та обґрунтування нормативів їх безвтратного функціонування.
2. Аналіз чинних систем технічного сервісу в галузях народного господарства України і за кордоном.
3. Дослідження рівня технічного стану Ф0, показників його експлуатаційної надійності та розвитку РОБ.
4. Дослідження параметрів і закономірностей чинної організаційно-технологічної взаємодії між ТФ і ланками РОБ.
5. Розробка теоретичних основ адаптивної системи забезпечення роботоздатності

фермівського обладнання /АСЗРОФ0/. 6. Дослідження на ЕОМ між-системної організаційно-технологічної взаємодії та визначення основних параметрів АСЗРОФ0. 7. Експериментальне дослідження елементів АСЗРОФ0 та техніко-економічна оцінка результатів роботи.

Особливості дослідження. Механізовані процеси у тваринництві проектується і застосовуються без урахування показників надійності Ф0, яке постачається заводами-виготовлювачами, та досягнених рівнів його експлуатації і розвитку РОБ та оперативності технічного сервісу. Через це галузь тваринництва має постійні втрати продукції. Обґрунтування потреби у видозміні чинної ПЗРТОФ0, як неспроможної, в адаптивну базується на визначенні пріоритету безперервного ходу механізованих процесів у тваринництві за рахунок повного підпорядкування процесів технічного сервісу. Інженерно-технічною передумовою розрахунків основних параметрів функціонування АСЗРОФ0 є структура тваринницької ферми, як великої технологічної системи /ТЛС/, що має у своєму складі відповідні виробничі компоненти з характерним машиновикористанням у них й відповідними вимогами до роботоздатності. РОБ, як складова АСЗРОФ0, також має у своєму складі компоненти /ПТО, ЦРМ, СТОФ0, СРМ/ з характерними умовами і режимами використання ремонтно-технологічного обладнання й вимогами до проходження виробничих процесів у них, які принципово відрізняються від вимог до роботоздатності Ф0. Особливість організаційно-технологічної взаємодії /ОТВ/ між механізованим процесом ТФ /основним виробництвом/ й ремонтно-обслуговувальним процесом /обслуговувальним виробництвом/ з метою забезпечення безвратного функціонування першого та мінімальної перервності виробни-

чих процесів у ланках РОБ показана на прикладі молочно-товарної ферми з кормоцехом та їх ПТО, районної СТОФО я обласної СРМ.

Основні структурні елементи параметрів цієї взаємодії визначені як графічним, так і машинним моделюванням напрацювань на відмови ФО та ходом технологічних процесів усунення відмов, ТО і ремонту. При цьому застосовуються формалізація ОТВ з використанням елементів теорії множин та методи статистичних випробувань.

Предмет дослідження. Параметри, залежності та закономірності у міхсистемній організаційно-технологічній взаємодії /між ТФ і РОБ/ щодо забезпечення роботоздатності ФО.

Об'єкти дослідження. Механізовані технологічні процеси та машини і обладнання на молочно-товарних фермах громадського та акціонерно-фермерського тваринництва /обладнання і машини водопостачання, кормоприготування, доїння, первинної обробки молока, гноєприбирання та мікроклімату/; комплекс об'єктів РОБ, які забезпечують роботоздатність ФО; технологічні процеси усунення відмов і технічного обслуговування та ремонту на ТФ /ПТО/ і станціях ТО; такі ж процеси ремонту ФО та його агрегатів в СРМ.

Наукова новизна. Теоретичні та експериментальні дослідження виконані з застосуванням системного аналізу і синтезу технологічних процесів як на ТФ, так і на РОБ, які взаємодіють між собою, в умовах багатофакторного впливу виробничих ситуацій. Математичні моделі ОТВ між ТФ і РОБ, побудовані через представлення і формалізацій основного підприємства /ТФ/ як великої технологічної системи, обслуговувального /РОБ/ - як великої багаторівневої технічної системи. Методика обґрунтування параметрів адаптивної системи забезпечення роботоздатності ФО /у довідковому та післявідмовному періодах машинвикористання/, в основу

якої покладено зооветеринарні вимоги на неперервність технологічних процесів і рівні експлуатаційної надійності з урахуванням досягнених при проектуванні і виготовленні показників надійності  $\Phi_0$ , рівні його технічної експлуатації та розвитку РОБ, а також електропостачання ТФ. Алгоритми і програми моделювання міжсистемної ОТВ. Методи і методики у техніко-технологічних розробках щодо управління надійністю  $\Phi_0$ , оцінки ефективності впровадження результатів дослідження.

Практична цінність. Уведення в систему забезпечення робоздатності  $\Phi_0$  додаткових видів запобіжних втручань - технічних, з відповідними періодичностями і трудомісткостями, оглядів /ТОГ/ і стандартних ремонтів /СТР/, а також нового показника оцінки трудомісткості усунення аварійних відмов  $\Phi_0$  - один умовний аварійний ремонт /0,61 люд-год./; відмова від посередництва районних технічних обмінних пунктів /РТОП/ під час капітального ремонту  $\Phi_0$  та його агрегатів в обласних СРМ і перехід на прями взаємозв'язки: господарства - СРМ; доцільність розташування обмінних фондів і доремонтних компенсаторів на районному /СТО $\Phi_0$ / та обласному /СРМ/ рівнях; довідка про технічні засоби захисту  $\Phi_0$  від аварійних відмов; прогресивні технології і технічні засоби підвищення надійності  $\Phi_0$ ; графічні засоби оперативного планування роботи виїзних бригад ЛМРД; методика оперативного визначення коефіцієнта готовності  $\Phi_0$ ; оцінка праці слюсарів-ремонтників на ТФ та її оплата винятково за кількісними та якісними показниками виконаних ними робіт з застосування шкали штрафів.

Впровадження результатів дослідження у виробництво. Ця робота виконувалась поетапно у порядку розв'язання окремих задач дослідження - від часткових до розгляду їх у вигляді зв'язанок,

які становлять основу сформульованої вище проблеми.

На першому етапі, під час дослідження досягнених рівнів експлуатаційної надійності  $\Phi_0$  та розвитку РОБ в межах адміністративної області розроблялась методика оперативного визначення коефіцієнта його готовності. Розроблені і впроваджені прогресивна технологія підвищення післяремонтного ресурсу гноєтранспортера ТСН-3,0Б з застосуванням поверхневого зміцнення осей і планок боридами й відповідна ресурсооцядна технологія ремонту заглибних насосів, кришок доільних відер. Розроблені конкретні практичні рекомендації щодо оцінки і оплати праці слюсарів-ремонтників із застосуванням шкали штрафів.

Результати дослідження, які мали відношення до районного та обласного рівнів РОБ, впроваджувались на другому етапі. Це обґрунтування стратегій забезпечення робоздатності  $\Phi_0$  у довідковому періоді машинвикористання і відновлення  $\Pi$  у післявідновному періоді з використанням РОБ відповідних рівнів і оперативних графіків роботи ремонтників; обґрунтування виробничих потужностей цих РОБ, їх трудового і матеріально-технічного забезпечення, зокрема слюсарями-ремонтниками, обмінним фондом і доремонтними запасами об'єктів ремонту. Ці результати впроваджені у Львівській області як типовий в галузі тваринництва для західного регіону України.

Обґрунтовані автором принципи та методи, початки яких містяться у його кандидатській дисертації, знайшли подальший розвиток у монографії, викладені у відповідних рекомендаціях і наукових звітах з держбюджетної та господарської тематики, участь автора у яких була на рівнях як відповідального виконавця, так і керівника. Усі отримані результати впроваджені або прийнятті до впровадження відповідно в учоспі "Дублянський" Львівського ра-

йому, Миколаївському, Пустомитівському та Жовківському РТП Львівської області. Адаптивна система забезпечення роботоздатності  $\Phi O$  прийнята до впровадження в цілому через посередництво Виробничого об'єднання "Ремтехсільгоспмаш" та Управління сільського господарства і продовольства Львівської області. Результати теоретичних розробок використовуються у навчальному процесі факультету механізації с.г. Львівського ДСГІ: включені в курс лекцій та методичку курсового і дипломного проектування на кафедрі надійності і ремонту машин.

Апробація. Основні положення дисертації доповідались та обговорювались на щорічних наукових конференціях Львівського ДСГІ /1981-1994 рр./; науково-виробничому семінарі Фізико-механічного інституту України з методів поверхневого зміцнення деталей /м.Львів, 1975 р./; республіканській науково-технічній конференції "Поверхнева міцність матеріалів при терті і проблеми підвищення надійності і довговічності машин" /Київ, РІЕНТП, 1977 р./; Всесоюзній науково-технічній конференції "Ремонт промислових та сільськогосподарських тракторів з використанням нових методів та засобів" /м.Челябінськ, ЦНТІ, 1981 р./; регіональних науково-технічних конференціях Львівської /м.Рудки, 1981 р./ та Закарпатської /м.Берегове, 1982 р./ обласільгосптехнік; семінарі Держкомсільгосптехніки УРСР /м.Тернопіль, 1982 р./; міжобласних щорічних науково-технічних семінарах інженерно-технічних працівників с.г. /м.Чернівці, 1985 р., м.Львів, 1987-1990 рр./; 43-я науково-практична конференція Латвійської с.-г. академії /м.Сягава, 1988 р./; регіональній науково-практичній конференції "Актуальні напрями наукового забезпечення агропромислового комплексу Західних районів УРСР" /сmt.Оброжики Львівської обл., 1990 р./; республіканській науково-виробничій конференції "Фер-

мерство вчора, сьогодні, завтра" /м. Львів, 1991 р./; республіканській науково-виробничій конференції "Проблеми становлення та розвитку фермерства України" /м. Дубляни, 1992 р./; звітній науковій конференції Українського держаграрного університету "Учені сільськогосподарських вузів - агропромислового комплексу" /м. Київ, 1992 р./.

Публікації. Основні положення дисертації викладені у 39 друкованих роботах /в т.ч. одна монографія/ загальним обсягом 27 др. арк.

Обсяг та структура. Робота викладена у 2-х томах: I-й основний на 342 сторінках машинописного тексту, в т.ч. 67 сторінок з ілюстраціями та 52 сторінки з таблицями; 2-й том - додатки - на 144 сторінках. Основний том складається зі вступу, шести глав, загальних висновків та рекомендацій, списку використаних джерел /169 найменувань, в т.ч. 14 іноземних/. Додатки містять табличний матеріал статистичного опрацювання експериментальних даних, графіки, програми і результати моделювання, акти про впровадження.

На захист виносяться концептуальні положення, критерії, основні теоретичні положення, методики, алгоритми і програми проектування і розрахунку параметрів адаптивної системи забезпечення роботоздатності фермівського обладнання у довідковому та післявідковому періодах машини використання. Усе, що виносяться на захист, розроблено особисто дисертантом.

## ЗМІСТ РОБОТИ

I. Стан питання у механізованому тваринництві та інших галузях народного господарства України. Сьогодні галузь тваринництва виробляє близько 50% усієї товарної продукції сільського

господарства. Найбільш складним і трудомістким є виробництво молока та його первинна обробка. На сучасних МТФ використовуються такі прогресивні принципи організації технологічних процесів як потоковість, неперервність та рівномірність випуску продукції. Виходячи з особливостей природної циклічності вирощування молочного поголів'я, технологічний процес ферми протягом доби має переривчастий характер. Між прийнятим дворазовим чи триразовим технологічним циклом доїння, який лежить у межах 2-3 год., є перерви, які становлять 5-9 год. /нічні перерви - 8 год./.

Крім добової циклічності, виробничий процес на МТФ має чітко виражену річну сезонність. В результаті - на пасовищний сезон зупиняють роботу кормоцеху, зникає завантаженість технологічних ліній видалення гною і мікроклімату; на стійловий сезон розвантажуються технологічні лінії охолодження молока. Періодичності машинвикористання на ТФ протягом доби на декілька порядків жорсткіші, ніж сезонні річні. Пасовищний чи стійловий періоди можуть починатися /завершуватися/ в межах навіть місяця, в цей час, коли початки /закінчення/ циклу, наприклад, доїння не повинні зміщуватися більше, ніж на 0,25-1,5 год. Особливістю проходження виробничих процесів на фермах зумовлює класифікацію машин і обладнання за наступними ознаками: 1/ за приналежністю до відповідного процесу /стрижневого, допоміжного, додаткового/; 2/ за тривалістю використання протягом року; 3/ за тривалістю використання протягом доби. Відповідно до цих ознак необхідно поділяти на: 1/ основне, допоміжне і додаткове; 2/ сезонне стійлового і пасовищного періодів; 3/ неперервного, періодичного нерегламентованого і періодичного регламентованого використання.

З точки зору забезпечення роботоздатності  $\Phi 0$  /технічного сервісу  $\Phi 0$ /, підвищення показників його експлуатаційної надійності, результати наведеного аналізу мають важливе значення як вихідна база до розробки відповідних стратегій ремонтно-обслуговувальних втручань /РОВ/ і ремонтно-відновних робіт /РВР/.

Вагомий внесок у розвиток науки про технічний сервіс машин сільського господарства зробили провідні вчені Казарцев В.І., Ульянов І.Є., Суслев В.П., Северньов М.М., Крамаров В.С., Воловик Є.Л., Семкович О.Д. та ін.

До відомих вчених, діяльність яких присвячена розв'язанню проблем підвищення ефективності використання машин та обладнання у тваринництві, в т.ч. за рахунок оптимізації параметрів ТО і ремонту  $\Phi 0$ , належать Мкртумян В.С., Кукта Г.М., Хозяев І.А., Симаряев Д.А., Земсков В.І., Кострома В.В. та інші. Вони у різні періоди розвитку галузі й народного господарства країни формували теоретичні основи і концептуальні засади, розв'язували конкретні наукові і виробничі задачі, більшість з яких не втратила актуальності по сьогоднішній день. Однак, за критеріальну основу у дослідженнях систем забезпечення роботоздатності  $\Phi 0$  не бралась неперервність процесів у технологічному циклі ферм /безвтратність їх проходження/ з одночасним урахуванням умов та режимів використання  $\Phi 0$ , його віку, рівнів його надійності, технічної експлуатації та розвитку РОВ.

Аналіз досягнених показників надійності  $\Phi 0$  показує, що, наприклад, напрацювання обладнання кормоцехів ВРХ на відмову лежать в межах 0,917-5,950 год.; тривалість відновлення його роботоздатності може становити 0,017-7,00 год. /залежно від групи складності відмов/; імовірність усунення відмов  $\Phi 0$  існуючою РОВ протягом допустимого зооветеринарними вимогами часу становить

лише 0,4-0,6; виявлено, що час простоїв  $\Phi 0$ , яке використовують-ся більше, ніж 4 роки у 1,5-2,0 рази триваліший, ніж тих, що експлуатуються перший рік. Для умов, наприклад, Львівської області із загальної кількості наявного основного обладнання, використовується лише 83% ; з понаднормативним строком служби експлуатується 82,5%; близько 20,4% мають напрацювання більші, ніж 12 років. Згідно з нормативами середні за трьома групами складності напрацювання на відмову по усьому  $\Phi 0$  повинні лежати у межах 60-500 год. Вони повинні усуватися протягом не більше, ніж 2,0-8,0 год. При цьому забезпечується нормативний коефіцієнт готовності 0,97-0,99. Ці показники обґрунтовані за умов, що строки служби  $\Phi 0$  не перевищують оптимальні /5,5 років/ і дотримуються періодичності та повноти виконання усіх профілактичних РОВ.

Постійна неспроможність машинобудування у вчасному оновленні парку  $\Phi 0$  змушує сферу експлуатації збільшувати частку коштів на РОВ. Інакше ріст збитків від простоїв техніки може істотно знизити ефект механізації галузі і негативно вплинути на науково-технологічний поступ. Економити на РОВ, скорочуючи їх обсяги, неприпустимо. Це призведе до різкого росту частоти аварійних відмов  $\Phi 0$ . Вони, як відомо, виникають лише під час використання  $\Phi 0$  /технологічних циклів/ і повинні оперативно усуватися, бо матимуть місце великі і невідкодовні збитки: недотримання режимів годівлі та напування корів знижує їх продуктивність на 15%, порушення параметрів мікроклімату призводить до захворювання як мінімум 25% стада молодняка ВРХ, свиней і птиці; кожна понаднормована година простоя  $\Phi 0$  вартує від планового добового випуску продукції: доїння - 2%; годівля - 2; напування - 3; охолодження молока - 2,5%.

Таким чином, забезпечення роботоздатності техніки на фермах повинно здійснюватися таким чином, щоб не допускати простоїв обладнання з технічних причин, або ж не перевищення їх поза допустимі зооветеринарні вимоги. Очевидно, що періодичні ТО і ремонти /РОб/ повинні виконуватися протягом технологічних і сезонних перерв /у довідковому періоді машиновикористання/, а аварійні відмови - якнайскоріше, щоб не допускати втрат продукції, протягом допустимого часу /у післявідковому періоді машиновикористання/ /табл. I/.

Таблиця I

Допустимі зооветеринарними вимогами межі часу на відновлення роботоздатності  $\Phi_0$ , год.

Технологічні процеси ТФ	Корови	Молодняк на відгодівлі	Свині	Вівці	Куринесучки
Приготування і роздача кормів	0,3-0,4	1,0-1,1	0,3-0,4	1,0-1,5	0,4-0,5
Доїння	0,25-0,30	-	-	-	-
Забезпечення мікроклімату	-	1,0-1,5	0,5-0,8	-	0,5-0,8

Існуюча планово-запобіжна система ремонту і технічного обслуговування /ПЗРТО $\Phi_0$ / не передбачає стратегій забезпечення роботоздатності машин за критерієм одночасно оперативності й з урахуванням віку машин, рівнів їх експлуатації та розвитку РОБ. Чинні стратегії розраховані на нормативні рівні технічної експлуатації  $\Phi_0$  та розвитку РОБ із застосуванням критерію мінімізації народногосподарських затрат й допускають понаднорматчані простої  $\Phi_0$ . Отже, система ПЗРТО $\Phi_0$  потребує принципових видозмін у напрямку пристосування /адаптування/ не тільки до вимог основного виробництва, яким є ТФ /умов і режимів машиновикорис-

тання, зооветеринарних нормативів/, але й до усталених довготривалов практиков рівнів надійності  $\Phi_0$ , його експлуатації та розвитку РОБ. Наситити швидко /за рік-два/ галузь тваринництва високонадійною технікою зі збереженням системи ПЗРТО $\Phi_0$ , в основу якої закладені колишні середньосоюзні і зональні нормативи, протиприродно і неможливо. Перехід машинобудування на випуск високонадійного  $\Phi_0$  - це складний, довготривалий, матеріально і ресурсомісткий процес. Доступним для сучасних умов, з позицій помірних капітальних вкладень, є метод трансформування чинної системи ПЗРТО $\Phi_0$  в адаптивну систему забезпечення роботоздатності фермівського обладнання /АСЗРО $\Phi_0$ / з використанням чинної мережі об'єктів РОБ.

Такі системи почали застосовуватися у сфері технічного сервісу машин та обладнання інших галузей народного господарства /лісозаготівельної, цивільної авіації, важкої промисловості, кольорової металургії тощо/. Зарубіжна практика розвинених країн у цих питаннях пішла далі: пристосувала повністю до вимог ферм машинобудівний комплекс, який випускає високонадійну техніку і через мережу дилерів обслуговує її. Високу оперативність і якість ремонтно-обслуговувальних робіт стимулює конкуренція між заводами-виготовлявачами, основана на законах ринкової економіки.

Особливостям трансформування системи ПЗРТО $\Phi_0$  в адаптивну систему забезпечення роботоздатності  $\Phi_0$  з розробкою відповідних теоретичних основ та їх практичного наповнення присвячена дана дисертаційна робота.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЧИННОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ФЕРМІВСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ. Існує об'єктивна пряма залежність між строком служби машини і її технічним станом та експлуатаційною надійністю: чим більше напра-

цвання має машина, тим вона більше зношена і, як результат, тим вона менш надійна у роботі через частіші, ніж у нових машин, відмови. Щоб забезпечити середній рівень імовірності безвідмовної роботи більш зношених /"старіших"/ машин, потрібні багаточисельніші і повніші за змістом /більш трудомісткі/ ремонтно-обслуговувальні втручання і ремонтно-відновні роботи, порівняно з тим, якщо використовується  $\Phi 0$  зі строком служби, меншим оптимального.

Рівень технічного стану  $\Phi 0$  можна оцінити кількісно через відношення чисельності обладнання з фактичним до амортизаційним строком служби  $\pi_{\partial, \alpha}$  до загальної його кількості  $\pi$  :

$$\pi_{m.c} = 100 \pi_{\partial, \alpha} / \pi. \quad (11)$$

Цей показник характеризує рівень технічного стану  $\Phi 0$  позитивно /в %/ і відображає лише потенційні можливості. Тобто те приховане спрацювання деталей машини, яке залежить від її віку. Він, однак, не показує, чи використовується в даний момент  $\Phi 0$ .

Крім позитивного  $\pi_{m.c}$ , розглядається і протилежний йому за змістом - негативний потенціал відносного технічного стану  $\Phi 0$ ,

$n_{m.c}$  /в %/:

$$n_{m.c} = 100 \pi_{n, \alpha} / \pi, \quad (12)$$

тут  $\pi_{n, \alpha}$  - кількість  $\Phi 0$  з фактичними строками служби, що перевищують амортизаційний.

Цей показник характеризує переносно ступінь техніко-економічних втрат у господарствах з причини експлуатації гранично спрацьованого обладнання. Трудозатрати на РОВ і РВР будуть значно перевищувати нормативні. В результаті частих поломок виникають тривалі простої техніки, які, як відомо, приводять до невідшкодованих втрат продукції ферм. Тенденція зростаючих витрат на ТО і ремонт пов'язана з ростом показника  $n_{m.c}$ , тобто ступеня

старіння парку Ф0, на забезпечення роботоздатності якого потрібні додаткові вкладення як на матеріально-технічне забезпечення РОВ і РЕР, так і на збільшення чисельності ремонтного персоналу.

Отже, якщо держава не має можливості вчасно оновлювати в повній мірі парк Ф0, то повинна збільшувати інвестиції на його ремонт і ТО. До цих коштів необхідно додати ще немалу суму вкладень для компенсування ремонтом псевдоекономії машинобудівників на низьконадійній техніці, якою вони постачають галузь тваринництва.

Отримані результати рівня технічного стану Ф0 перевірялись методом обстеження парку обладнання на ТФ і об'єктів РОВ - від прифермівських пунктів ТО до спеціалізованих ремонтних майстерень /на показники надійності Ф0 має вплив не лише його технічний стан, але й рівень розвитку РОВ/. Оцінювався технічний стан як окремих деталей, вузлів і обладнання, так і цілих технологічних ліній. Обстежувалась і оцінювалась наявна на МТФ РОВ, в т.ч. склади запасних частин і ремонтних матеріалів. Проаналізовано також техніко-технологічний базис спеціалізованої служби ТО і ремонту Ф0 у Пустомитівському і Жовківському РТП.

Беручи за основу фактичні строки служби Ф0 та невисокий рівень розвитку РОВ, можна визначити досягнені рівні коефіцієнта його готовності:

$$K_{z.g} = \frac{T_0 K_{p05}}{T_0 K_{p05} + T_B^H (1 + H_{m.c}^p)}, \quad 13/$$

де  $T_B^H$  - нормативна сумарна тривалість усунення відмов Ф0 за розглядуваний період його використання  $T_0$ ;  $K_{p05} = C_{p05} / C_{p05}^H$  - фактичний рівень розвитку РОВ /тут  $C_{p05}$ ,  $C_{p05}^H$  - відповідно балансові вартості існуючої та нормативної РОВ/;  $H_{m.c}^p$  - негативний потенціал технічного стану Ф0 при розрахунках кількості РОВ.

Отримані результати розрахунків  $K_{z,d}$  показують /табл.2/, що його значення /0,74–0,95/ відрізняються від нормативних  $K_z^H$  /0,94–0,99/. З графічних залежностей видно /рис.1/, що при відсутності чи незначній наявності Ф0 у загальному парку з фактичними строками служби, що не перевищують оптимальний / $H_{m,c}=0$ /, або перевищують його в межах  $0 < H_{m,c} \leq 25\%$  при добре розвиненій РОБ / $0,6 \leq K_{POB} \leq 1,0$ /, коефіцієнт готовності  $K_{z,d}$  зменшується

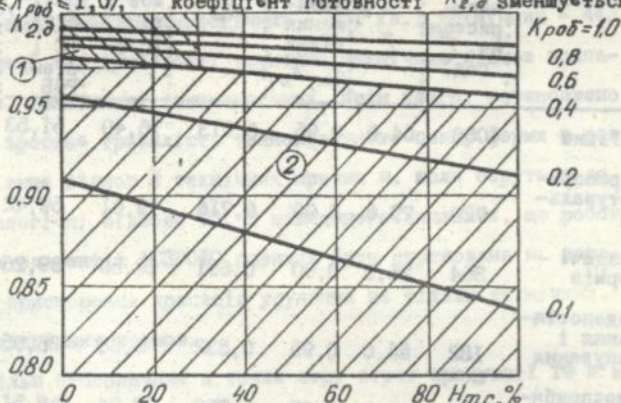


Рис.1. Залежність коефіцієнта готовності / $K_{z,d}$ / доільних установок від строку їх служби / $H_{m,c}$ / та рівня розвитку РОБ / $K_{POB}$ /

не так істотно /поле 1/, як це має місце, коли експлуатується гранично зношене Ф0 й з низько розвинутою РОБ / $K_{POB} \leq 0,4$ / /поле 2/.

Отже, з метою досягнення вищого, ніж існуючий, рівня технічної експлуатації Ф0, попередження великої кількості його відмов, систему ремонту і ТО потрібно будувати, закладаючи в її основу існуючі /досягнені/ показники, а не орієнтуватись на передовий досвід, зарубіжні досягнення і таке інше. В удосконаленні системи технічного сервісу потрібно робити початковий відлік від нинішнього невисокого рівня, бо недоцільно одночасно руйнувати

Таблиця 2

Досягнений для умов звичайної експлуатації рівень коефіцієнта готовності Ф0 /господарства Жовківського району Львівської обл./

Обладнання	Тривалість використання, $T_0$ год.	$H_{т.с.}$ %	Коефіцієнт зменшення рівня $H_{т.с.}, K_{зч}$	$H_{т.с.}$	Тривалість усунення відмов з урахуванням /год./		Коефіцієнт готовності (досягнений /нормативний)
					ТС Ф0	ТС і рівня РОБ	
ДоУльне	1080	54,0	0,95	0,513	16,49	51,53	0,95/0,99
Кормоприготувальне	728	79,6	0,90	0,716	19,01	59,42	0,93/0,985
Роздачі кормів	364	76,8	0,90	0,691	12,56	39,26	0,90/0,98
Водопостачання і напування	182	56,0	0,95	0,532	8,63	26,95	0,87/0,97
Гносприбирання	728	76,6	0,95	0,728	83,04	259,51	0,74/0,94

існує і будувати нове не малює на це колосальних коштів. Якщо у наукових дослідженнях використовуватиметься надалі критерій "передового досвіду і зарубіжних досягнень", а розвиток народногосподарства плануватиметься "від досягнутого", яке зустрічається тільки у зразкових господарствах, то правдивого реального науково-технологічного поступу в галузі не буде.

У дослідженні експлуатаційної надійності Ф0 потрібно брати до уваги не лише відмови його з технічних причин, але й з технологічних, оскільки і перші і другі спричиняють зупинку /розрегулювання/ ходу виробничих процесів. Технологічні відмови не слід диференціювати на чисто технологічні і параметричні, адже усунення їх не потребує якихось особливих стратегій й окремого технічного оснащення. Результати спостережень за відмовами Ф0

і тривалість їх усунення показують, що вони розподілились наступним чином: відмови з технологічних причин,  $N_{тн} = 204$  шт.; відмови з технічних причин,  $N_{тн} = 43$  шт. На одну технічну відмову  $\Phi 0$  припадає 4,74 технологічних. Інтенсивність їх відповідно становить:  $\omega_{тн} = N_{тн} / D_p = 204/61 = 3,34$  дн.<sup>-1</sup>;  $\omega_{тн} = N_{тн} / D_p = 43/61 = 0,70$  дн.<sup>-1</sup>. Співвідношення по сумарних тривалостях усунення відмов  $\Phi 0$  таке: технологічних - 451 хв.; технічних - 443 хв. Тобто на 1 хв. тривалості усунення технічних відмов припадає 1,08 хв. тривалості усунення технологічних. Крім цього, встановлено на скільки зростає тривалість технологічного циклу ферми в разі врахування лише відмов з технічних причин й, коли беруться до уваги технологічні відмови  $\Phi 0$ . З наведеного випливає, що робота відповідних елементів АСЗРО $\Phi 0$  повинна бути спрямована на попердження і прискорення процесів усунення не тільки технічних, але й технологічних відмов.

Найбільш небезпечним з точки зору втрат продукції Т $\Phi$  є відмови  $\Phi 0$ , які потребують для їх усунення втручання виїзних бригад ДМРД, що дислокуються на районних станціях технічного обслуговування  $\Phi 0$  /СТО $\Phi 0$ /. Результати опрацювання статистичної інформації про виклики бригад дали змогу встановити частку аварійних відмов кожного з 7-ми основних видів  $\Phi 0$  у їх загальному потоці й класифікувати основні причини його відмов.

Встановлено, що річні потоки аварійних відмов  $\Phi 0$  господарств району характеризуються порівняно великою інтенсивністю  $\lambda = 1,495$  дн.<sup>-1</sup> і нерівномірністю  $\sigma_\lambda = 1,484$  дн.<sup>-1</sup>;  $\gamma_\lambda = 0,993$ /. Ці потоки можуть описуватися законом Пуассона або геометричним законом. Інтервали часу між виникненням відмов також характеризуються нестабільністю: при середньому значенні  $t_{м.с} = 5,786$  год.,  $\sigma_t = 3,754$  год., а  $\gamma_t = 0,649$ . Закономірність

розподілу цих інтервалів часу - показникова. Аналогічні закономірності отримано в результаті опрацювання потоків технічних і технологічних відмов  $\Phi_0$ , які усуваються слюсарями-ремонтниками ТБ.

Відмови, які виникають в результаті втрат ресурсу  $\Phi_0$ , утворюють вхідні потоки обласних СРМ, що виконують капітальні ремонти повнокомплектного обладнання чи його агрегатів. Ці потоки характеризуються значною нерівномірністю  $\gamma_\lambda = 1,113-3,279$  і відносно невисокою інтенсивністю  $\lambda = 0,197-1,378 \text{ дн.}^{-1}$ . Розподіл подій потоків описується геометричним законом розподілу, а інтервали між ними - показниковим. Тривалість виконання замовлень на капітальний ремонт  $\Phi_0$ , навіть при знеосібленому методі реалізації технологічного процесу, надто велика /від 1,8 до 5,2 днів/ порівняно з допустимим, що її вимагають зооветеринарні нормативи. Висока нерівномірність вхідних потоків СРМ негативно впливає на рівень завантаження її ремонтним фондом.

Наведені результати досліджень чинної ОТВ ферм з ланками РОБ на предмет забезпечення роботоздатності  $\Phi_0$  дають змогу зробити висновок, що існуюча система ПЗРТО $\Phi_0$  не здатна істотно наблизити показники роботи усіх елементів РОБ до рівнів, обґрунтованих зооветеринарними нормативами. Ця система не враховує:

- 1/ зооветеринарні вимоги до оперативності відновлення роботоздатності  $\Phi_0$ ;
- 2/ функціонування не окремих машин і обладнання, а технологічно нерозривно пов'язаних між собою технологічних ліній;
- 3/ відмінності у функціонуванні цих технологічних ліній різних виробництв у межах однієї ферми;
- 4/ особливостей функціонування цих ліній на фермах різних потужностей і форм господарювання;
- 5/ фактичних строків служби  $\Phi_0$ ;
- 6/ невисокого рівня виробничої і технічної експлуатації  $\Phi_0$ ;
- 7/ низьконадійного  $\Phi_0$ , що

ним постачають господарства заводи-виготовлявачі; 8/ невисокого рівня розвитку РОБ і її матеріально-технічного забезпечення.

Отже, зважаючи на недоліки існуючої ПЗРТОФО я сучасні вимоги до експлуатаційної надійності ФО та розвитку РОБ з боку основного виробництва, яким є ТФ, система забезпечення робото-здатності ФО мусить бути пристосована до них /вимог/ я повинна враховувати закономірності втрат роботоzдатності ФО, гарантувати повне виконання вимог у різноманітних виробничих ситуаціях.

3. ТЕОРІЯ АДАПТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ФЕРМІВСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ. Тваринницька ферма класифікується як велика технологічна система /ТЛС/. Вона має внутрішню будову, у склад якої входять окремі елементи і належить до класу ієрархічних систем /елементи її також є системами/. Розглядувана система належить до типу відкритих ієрархічних систем, оскільки вона взаємодіє з іншими /економічними, технологічними, технічними/ і не є ізольована від навколишнього середовища. Її важливою властивістю, як системи, є емерджентність /система, як ціле, наділена властивостями, які відрізняються від властивостей її складових частин/.

Технологічна система призначена для виконання у регламентованих умовах і режимах, заданих зоотехнічно-ветеринарними нормативами, технологічних процесів виробництва молока, м'яса та іншої продукції. У склад її входять окремі виробничі підрозділи: утримання тварин, кормоцех, молочний блок для зберігання та первинної обробки молока. Вони можуть розглядатися як технологічні підсистеми I-го рівня, що взаємодіють між собою. В свою чергу, ці підрозділи складаються з окремих технологічних ліній, які утворюють технологічні підсистеми 2-го рівня. Технологічні лінії утворюють окремі машини і обладнання, які розглядаються

як компоненти ТЛС 3-го рівня. Елементи підсистеми цього рівня /окрім агрегатів, приладів, спряження деталей/ становлять підсистеми 4-го рівня. Надійність у роботі компонентів та їх елементів 3-го і 4-го рівнів в основному визначають рівень роботоздатності усіх решти підсистем, ТЛС в цілому. Геометрична інтерпретація ТФ як технологічної системи має вигляд тригранної піраміди /рис.2/. Кількість граней задана числом виробництв, які входять у склад ТФ.

Кінцевою метою розгляду ТФ, як ТЛС, є пошуки можливостей управління нею: як її окремими елементами /надійність Ф0/, так і, в результаті, системою в цілому, беручи за основу критерій ефективності - її безвартісність з технічних причин функціонування. У найбільш загальному вигляді функціонування ТЛС можна описати множиною:

$$S = \{A_{qikL}\}, \quad /4/$$

де  $S$  - символ системи;  $A_{qikL}$  - сукупність  $L$ -тих елементів  $k$ -го Ф0, яке встановлено на  $L$ -тих технологічних лініях  $q$ -го виробництва.

Основною метою функціонування процесів основної ТЛС є отримання відповідного виду продукції  $Q$  протягом регламентованого природою цих процесів часу  $T_{m.u}$  і з дотриманням характеристик, зумовлених зооветеринарними вимогами  $Z$ , та з використанням відповідного комплексу Ф0  $K_{\Phi_0}$  й відповідної чисельності операторів ТФ -  $n_{op}$ . Тобто

$$Q_{<q>} = \langle Z(T_{m.u}), K_{\Phi_0}, n_{op} \rangle, \quad /5/$$

де  $Q_{<q>}$  - вектор ТЛС, компонентами якого є її елементи, власне окремі виробництва ТФ  $q$ , робота яких характеризується відповідною впорядкованістю проходження операцій в часі /символ  $<q>$  означає цю впорядкованість компонентів, як окремих векторів/.

Метод функціонування процесів у багаторівневій технічній /обслуговувальній/ системі /ТС/, до якої належить РОВ, є своєчасне /з дотриманням характеристик  $Z$  / і якісне виконання робіт  $M$  з забезпечення робоздатності комплексу обладнання  $K_{\Phi 0}$  в ТДС протягом інтервалів  $t_{\text{дос}}$  /у довідковому періоді машинвикористання/ і  $t_{\text{дон}}$  /у післявідковому періоді/ із застосуванням відповідного матеріально-технічного оснащення  $K_p$

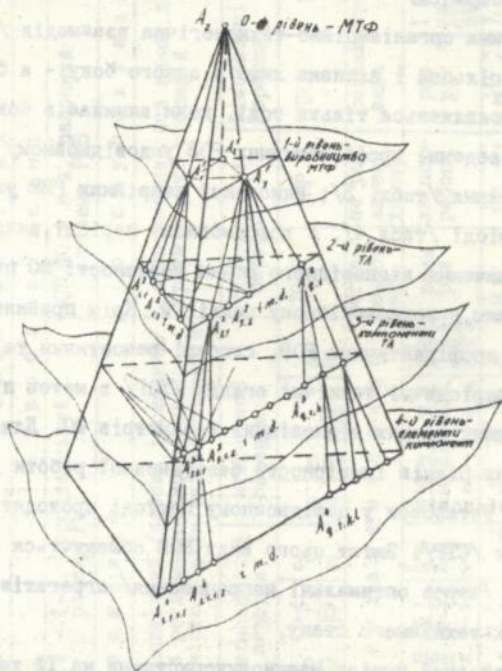


Рис. 2. Структурна модель механізованої тваринницької ферми:

$A_1, A_2, A_3$  - виробництва відповідно кормоприготування і кормороздачі, добування продукції та її первинної обробки, утримання і обслуговування тварин;  $A_{11}^1, A_{12}^1, A_{13}^1, \dots, A_{1k}^1$  - відповідні  $k$ -ті ТЛ  $q$ -тих виробництв;  $A_{11}^2, A_{12}^2, A_{13}^2, \dots, A_{1k}^2$  - відповідні  $k$ -ті  $\Phi 0$   $q$ -тих ТЛ  $q$ -тих виробництв;  $A_{11}^3, A_{12}^3, A_{13}^3, \dots, A_{1k}^3$  - відповідні  $k$ -ті елементи  $k$ -тих машин в  $i$ -тій ТЛ  $q$ -го виробництва ТФ

та чисельності слюсарів-ремонтників  $N_{\text{ред}}$ . Тобто

$$M_{\langle \rho \rangle} = \langle 3(t_{\text{обз}}, t_{\text{рем}}), K_p, N_{\text{ред}} \rangle, \quad 16/$$

де  $M_{\langle \rho \rangle}$  - вектор ТС, компонентами якого є її елементи, власне, окремі її рівні  $\rho$  /господарський -  $\rho_1$ , районний -  $\rho_2$  і обласний -  $\rho_3$  /, робота яких характеризується відповіднов впорядкованістю операцій.

Міжсистемна організаційно-технологічна взаємодія /ОТВ/ розглядається як цільова і активна лише з одного боку - з боку ТС /РОВ/. Вона проявляється тільки тоді, коли виникає з боку ТЛС потреба у: проведенні профілактичних РОВ у довідковому періоді машинвикористання /табл. 3/; виконанні аварійних РВР у післявідмовному періоді /табл.4/. У довідковому періоді виконуються РОВ для забезпечення відповідного рівня готовності ФО перед його використанням у технологічному циклі ТФ. Крім прийнятих системов ПЗРТОФО профілактичних РОВ, слюсарі-ремонтники та оператори виконують періодичні технічні огляди /ТОГ/ з метою підтримання на нормативних рівнях відповідних параметрів ФО. Для забезпечення високих рівнів імовірності безвідмовної роботи доільних і холодильних установок у довідковому періоді проводяться стандартні ремонти /СТР/. Зміст цього виду РОВ обмежується обов'язковою заміною /через оптимальні напрацювання/ агрегатів ФО, незалежно від їх технічного стану.

Післявідмовний період машинвикористання на ТФ характеризується відмовами, котрі виникають лише під час використання ФО і які спричинюють перебої в ході технологічних процесів. У цьому періоді характерні не лише затрати на РВР, але й втрати продукції ферм через простої ФО. РВР виконуються з інтенсивністю, яку формує густина потоку відмов ФО  $\lambda$ . Моменти виникнення

Забезпечення роботоzдатності Ф0 у довідковому періоді машиновикористання на ТФ згідно з системою АСЗРФ0

Період використання Ф0	довідковий																					
Стан Ф0	роботоздатний																					
Вид РОВ	профілактичні																					
Місце виконання РОВ	ТФ - 1-я, господарський рівень РОВ							СТОФ0 - 2-я, районний рівень РОВ				СРМ - 3-я, обласний рівень РОВ										
Тип виробництва	основне							обслуговувальне														
Характер проходження виробничих процесів	циклічний /добова і сезонна/ з регламентованою послідовністю і ритмічністю операцій							стаціонарний без вимог до ритмічності операцій				стаціонарний з регламентованою послідовністю і ритмічністю операцій										
Час виконання РОВ	технологічні перерви			міжсезонні перерви				технологічні перерви		міжсезонні перерви		міжсезонні /технологічні/ перерви										
Різновиди РОВ	ЩТО	ТО-1	ТО-2	ТОГ	СТО	ПР	СТР	ТО-2	ПР	ПР	КР	ПР	КР									
Потреба в РОВ	регламентована							регламентована	не регламентована	регламентована		регламентована										
Періодичність виконання РОВ	щорічно, мінімум	1 раз у місяць		2 рази в рік		2 рази в рік		1 раз у рік	1 раз у рік		1 раз у рік		1 раз за строк служби									
Основні операції РОВ	очисні, регульов.		очисні, діагностувальні, регульов.		оп. ТО-1 + замінні частини, ЛМРД обкатув.		очисні, контроль, огляд, тр. ТО-2 + оп. ТОГ		ремонтні, обмінні, обкатув.		демонтажно-монтажні, обкатув.		мийно-очисні, діагностувальні, регульов.		очисні, розбиральні, обкатуваль.		очисні, розбиральні, ремонтні, обкатувальні, обмінні		мийно-очисні, розбиральні, складальні, монтажні, обкатувальні		очисні, діагностувальні, розбиральні, ремонтні, регульовальні, обкатувальні, випробувальні, обмінні	
Виконавці РОВ	оператори + слюсари ТФ			слюсари ТФ + слюсари МТС				слюсари ЛМРД + слюсари ТФ /слюсари МТС/				слюсари СТОФ0 + слюсари ЛМРД				слюсари СРМ						

## Відновлення работоздатності Ф0 у післявідмовному періоді машиновикористання на ТФ згідно з системою АСЗРОФ0

Період використання Ф0	післявідмовний															
Стан Ф0	нероботоздатний															
Вид робіт з відновлення роб.Ф0	аварійні /післявідмовні/															
Місце усунення відмов Ф0	ТФ - І-й, господарський рівень РОВ						СТОФ0 - 2я, районний рівень РОВ				СРМ - 3-я, обласний рівень РОВ					
Тип виробництва	основне							обслуговувальне								
Характер проходження виробничих процесів	циклічний /добова і сезонна/ з регламентованою послідовністю і ритмічністю операцій							стаціонарний без вимог до ритмічності операцій				стаціонарний з регламентованою послідовн. і ритм. операц.				
Час усунення відмов /РВР/	під час використання Ф0 у технологічному циклі															
Види відмов	технологічні /параметрич./		технічні /експлуатаційні/					технічні /експлуатаційні/				ресурсні		ресурсні		
Характер відмов	поступові		раптові /аварійні/			поступові		раптові /аварійні/		поступові		рапто-ві /авар-ві	пос-тупо-ві	раптові /аварійні/	поступові	
Група складності відмов	I		I	2	3	I	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3
Основні операції РВР	замінні, регулювальні, обкатувальні		мийно-очисні, діагностувальні, замінні, ремонтні, регулювальні, компенсувальні					мийно-очисні, діагностувальні, замінні, ремонтні, регулювальні, обкатувальні, обмінні				обмінні		обмінні		
Виконавці РВР	оператори + слюсари ТФ		слюсари ТФ+	оператори ТФ	слюсари ТФ+	слюсари ЛМРД	слюсари ТФ	слюсари ТФ+	слюсари МТС+	слюсари ЛМРД	слюсари СТОФ0 + слюсари ЛМРД				слюсари СРМ	

відмов /I-го і 2-го родів/ так само як і тривалість відновлення робоздатності  $\Phi_0$ , мають випадковий характер, приводячи нормативне функціонування ТДС до позататних ситуацій.

Припустимо, що технологічний цикл ферми тривалістю  $t_{m,4}$  /наприклад, вранішнє доїння/ проходить штатно згідно з хронограмом процесу і без особливих відхилень у часі. Нехай для цієї ситуації інтегральна /кумулятивна/ функція виробництва молока має лінійний характер /пряма I/ /рис. 3/.

У цих умовах протягом  $t_{m,4}$  ТФ виробляє максимальну /проектну/ кількість продукції  $Q_{max}^{np}$ , за яку може отримати при її реалізації максимальні доходи  $\mathcal{D}_{max}$ . Як зазначалось раніше, під час безпосереднього використання  $\Phi_0$ , воно часто відмовляє переривачи /затримувачи/ нормальний хід процесів. При цьому можуть виникати часті параметричні відмови агрегатів  $\Phi_0$ , пов'язані з розрегулюванням техніко-технологічних параметрів  $\Phi_0$ , які за нетривалий час  $t_{d,n} \ll t_{d,m}$  /усуваються самими операторами. Вони характеризуються порівняно з іншими відмовами більшою частістю виникнення. Однак, незначні тривалості їх усунення неістотно видовжують технологічний цикл /ламана II/. Мало того, у зв'язку з цим, що винуватцями переметричних відмов є переважно самі оператори, вони, після усунення цих відмов, стараються інтенсифікувати відповідні операції. Цей факт сприяє згладжуванню узгодженості між перерваними операціями і скорочує розрив між фактичною  $t_{m,4}$  і проектною  $t_{m,4}^{np}$  тривалістями технологічного циклу ферми.

Вразливим у функціонуванні механізованих процесів є настання технічних відмов I-ї, 2-ї чи 3-ї груп складності. Усунення будь-якої з них потребує значно більше часу, ніж у вищезначеній ситуації. Якщо ферма використовує систему ПЗРТО $\Phi_0$ не у її норма-

тивному варіанті /а це сучасний фактичний стан/, то II технологічний цикл видовкуватиметься до  $t_{m.ч}$  /ламана III/. У кожній з точок I, 2 і 3 у моменти часу  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  і  $\theta_3$  виникають відмови  $\theta_0$ , приймаються відповідні рішення і відмови усуваються /виконуються РВР/ протягом часу  $t_1$ ,  $t_2$  і  $t_3$  з залученням певних ланок РОВ. Нехай у цьому технологічному циклі виникло

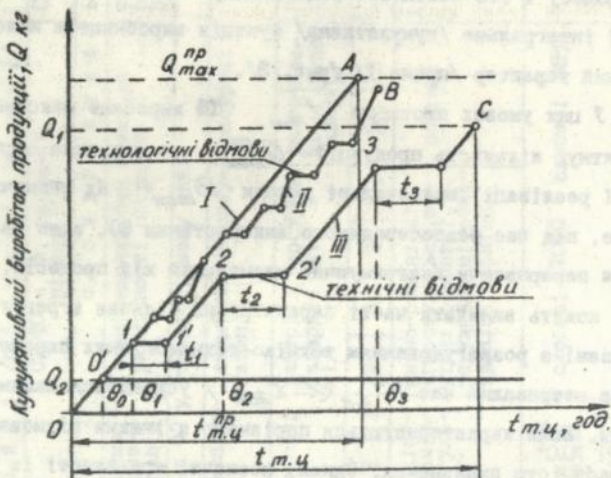


Рис. 3. Особливість перебігу виробничих ситуацій у технологічному циклі механізованої ТФ

три позататні ситуації, які через неоперативність РВР привели до стану , коли  $t_3 > t_2 > t_1 > t_{\text{дол}}$  і  $t_{m.ч} > t_{m.ч}^{\text{np}}$ . Це зумовлює втрату продуктивності тварин і у точці С максимуму продукції ферма не отримає. У даному разі будуть збитки, розмір яких визначатиметься різницею:

$$C_{3\delta} = \Delta Q = Q_{\text{max}}^{\text{np}} - Q_1, \quad 17/$$

$$\text{а дохід різний} \quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_{\text{max}} - C_{3\delta}. \quad 18/$$

Таким чином, лінійна модель технологічного циклу

$Q = f(t_{m.u.})$  з причин технічних відмов  $\Phi 0$  перетворюється на нелінійну з негладкою розривною поведінкою траєкторії. Слід зазначити, що можуть виникати практично і такі відмови /з невисокою ймовірністю/, які обривають функціонування ТЛС і всіх її компонентів взагалі. Мається на увазі розрив ходу технологічного циклу ферми з технічних причин 2-го роду - відключення електроенергії в умовах, коли немає резервного живлення. Ці стани ТЛС можна класифікувати як по г л я н а в ч і. Вони зумовлені р у й н і в н и м и відмовами /на рис. ця відмова позначена точкою  $0' /$ . У момент часу  $\theta_0$  сталося відключення електроенергії: на фермі немає резервного технологічного засобу доїння /чи енергетичного засобу/ і худоба залишається невидобного /при поголів'ї, більшому ніж 50 корів організувати у сучасному селі ручне доїння практично неможливо/. У цьому разі величина збитків буде /якщо не врахувати негативних біологічних наслідків/ максимальною і рівною

$$C_{зб, max} = \Delta Q_{max} = Q_{max}^{np} - Q_z. \quad /9/$$

Елементи основної ТЛС /ТФ/ разом з елементами обслуговувальної ТС /РОБ/ під час їх взаємодії творять нову, третю систему - адаптивну систему забезпечення роботоздатності фермівського обладнання /АСЗРОФ0/ /рис. 4/. А СЗРОФ0 - це нематеріалізована система цілеспрямованих і пристосованих до стану елементів технологічної і технічної систем та умов і режимів їх роботи /на основі поточної інформації/ управлінських рішень /впливів/ і техніко-технологічних дій на ці елементи з метов досягнення оптимального /безвтратного з технічних причин/ проходження про-

цесів у технологічній системі. АСЗРОФФО класифікується як організаційна або ж процесорна система.

Стан і рівень функціонування цієї системи, так само, як ТЛС і ТС, визначається величиною вектора входніх параметрів ОТВ:

$$\bar{X} = \langle 3(T_{m.4}), 3(t_{доп}, t_{зат}), K_{фр}, M_p, P_{оп}, P_{роб} \rangle. \quad /10/$$

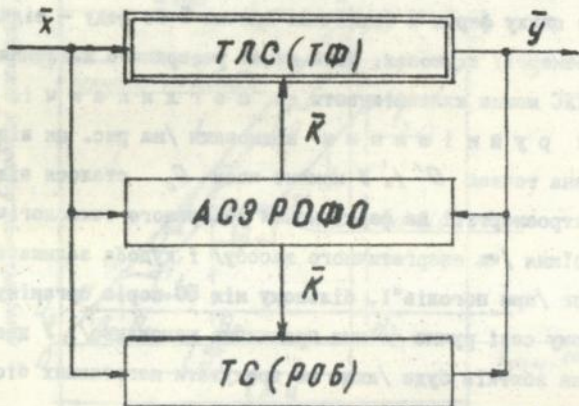


Рис. 4. Структурна схема ОТВ /між ТЛС і ТС/ через АСЗРОФФО:  
 $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ ,  $\bar{K}$  - вектори відповідно входніх і вихідніх параметрів ОТВ та параметрів управління ОТВ

В результаті міждисциплінарної роботи через вектори  $\bar{K}$ , вихідний вектор ефективності функціонування ТЛС, як  $\bar{Z}$  - мірний вектор, матиме вигляд:

$$\bar{Z}_{\langle n \rangle} = \bar{Y} = \langle Q_{max \langle n_1 \rangle}, L_{\langle n_2 \rangle}, T_{оп \langle n_3 \rangle} \rangle, \quad /11/$$

тут  $Q_{max \langle n_1 \rangle}$ ,  $L_{\langle n_2 \rangle}$ ,  $T_{оп \langle n_3 \rangle}$  - відповідно вектори результативності, ресурсомісткості, оперативності в ОТВ.

Вектори  $\bar{K}$  можуть набувати різних значень, залежно від стратегій управління підсистемами ТЛС. Стратегією управління ТЛС  $\xi$  називається відображення множини нероботоздатних станів підсистем  $S_o^-(j)$  в  $j$ -тий момент прийняття рішень у множину роботоздатних станів  $S_o^+(j)$ . Через те, що множини станів  $S_o^-(j)$  і  $S_o^+(j)$  є підмножинами  $S_o(j)$ , то стратегія управління підсистемами ТЛС  $\xi$  означатиме відображення множини  $S_o$  в  $S_o$  /відображення  $S_o$  на себе/:

$$\begin{aligned} \xi: S &\rightarrow S_o; \\ \xi &\in \mathcal{D}_1; \mathcal{D}_1 \subseteq \mathcal{D}. \end{aligned} \quad /12/$$

В результаті цього етапу управління ОТВ ширша множина станів підсистем ТЛС  $\mathcal{D}$  звуужується до множини станів  $\mathcal{D}_1$  /усунення відмов I-ї та 2-ї груп складності/. На наступних двох етапах управління  $\mathcal{D}_1$  переводиться до  $\mathcal{D}_2$  /усунення відмов Ф0 2-ї та 3-ї груп складності/;  $\mathcal{D}_2$  до  $\mathcal{D}_3$  /відновлення ресурсу в умовах СРМ/. При цьому розв'язується задача оптимізації доходу ТЛС:

$$D^* = D(\xi^*) = \max D(\xi), \quad /13/$$

тут  $D(\xi^*)$  - функціонал /дохід ТЛС/, який виражає обсяг продукції  $Q$ , що виробляється ТЛС.

#### 4. РОЗРАХУНКОВІ ПОКАЗНИКИ ТА ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ АСЗРОФ0.

До цих показників належать найперше ті, які визначають результативність функціонування АСЗРОФ0: трудомісткість РОВ і РВР, чисельність слюсарів-ремонтників, матеріально-технічне забезпечення. Особливості їх розрахунків наведені окремо для довідмовного і післявідмовного періодів машинвикористання на ТФ, при цьому для кожного з трьох рівнів РОВ /господарського, районного і обласного/. Імітаційні моделі функціонування АСЗРОФ0 побудовані

адекватно до стратегій управління міксистемного ОТВ з використанням детермінованого та імовірнісного підходів.

Чисельність слюсарів-ремонтників ТФ для профілактичних РОВ розраховувалась за співвідношенням:

$$n_p(\varphi) = T_{pov}(\varphi) / \Phi_{dos}(z, z), \quad /14/$$

де  $T_{pov}(\varphi)$  - трудомісткість РОВ, яка реалізується ремонтниками ТФ;  $\Phi_{dos}(z, z)$  - дозволені річні фонди часу ТФ з дво- або триразовим режимами технологічних циклів.

Трудомісткість відповідних РОВ можна визначити з виразу /наприклад, ТО-І/:

$$T_{TO-1} = \sum_{q=1}^3 \sum_{i=1}^n n_i^q T_{i(TO-1)}^q K_{i(TO-1)}^q, \quad /15/$$

де  $q = \overline{1,3}$  - кількість виробництв на ТФ;  $n_i^q$  - кількість Ф0 певного виду у кожному з  $q$ -тих виробництв;  $T_{i(TO-1)}^q$  - трудомісткість ТО-І певного виду Ф0 у  $q$ -му виробництві;  $K_{i(TO-1)}^q$  - кількість ТО-І за розглядуваній період часу.

Періодичність технічних оглядів /ТОГ/  $\theta_{ог}$  і стандартних ремонтів /СТР/  $\theta_{стр}$  обгрунтовані з позицій 50%-х гарантій імовірностей безвідмовної роботи Ф0 у технологічних циклах ТФ і з урахуванням відповідно напрацювань на відмови Ф0 І-У та 2-У груп складності /для ТОГ/ і 3-У - для СТР:

$$\theta_{ог} = -1/\lambda_{(p)} \ln P(\theta_{ог}); \quad /16/$$

$$\theta_{стр} = -1/\lambda_{(s)} \ln P(t_{стр}), \quad /17/$$

тут  $\lambda_{(p)}$ ,  $\lambda_{(s)}$  - відповідно густини настання відмов Ф0 /І-У та 2-У і 3-У груп складності;  $P(\theta_{ог})$ ,  $P(t_{стр})$  - відповідно імовірності того, що за час  $\theta_{ог}$  і  $\theta_{стр}$  відмови Ф0 не наступлять.

Отримано теоретичну залежність періодичності ТОГ обладнання МТФ від .x потужності для умови, що  $P(\theta_{ог}) = 0,50$  /рис. 5/.

З метою нормування трудомісткості РВР обладнання, яке відмовляє на ТФ, й з використанням прийнятої умовної ремонтної одиниці обґрунтовано нову одиницю - умовний аварійний ремонт. Його трудомісткість у 44,2 рази менша, ніж умовна ремонтна одиниця і становить 0,61 люд-год.

Розрахункові показники /параметри/ функціонування АСЗРФ0 у післявідмовному періоді машинвикористання на ТФ ґрунтувались

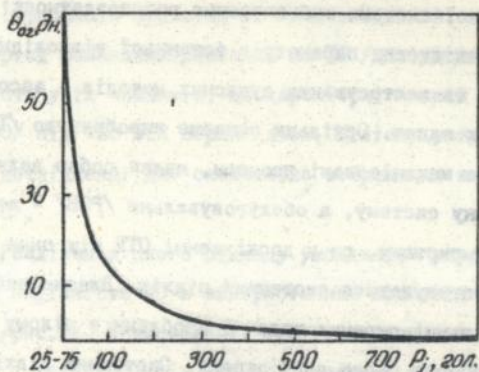


Рис. 5. Залежність періодичності технічних оглядів Ф0 від потужності МТФ /  $P(\theta_{ог}) = 0,50$  /

на результатах статистичного опрацювання експериментальних даних про надійність Ф0, на зооветеринарних нормативах щодо оперативності РВР. Урахування цього дало змогу визначити, наприклад, трудомісткість РВР, які усуваються бригадами ДМРД своєчасно:

$$T_{РВР(δ)} = N_{бр} P_{вс(δ)} t_{РВР(δ)}, \quad /18/$$

тут  $N_{бр}$  - кількість інтервалів між відмовами Ф0 за розглядуваний період часу;  $P_{вс(δ)}$  - імовірність своєчасного усунення відмов Ф0 /протягом  $t_{доп}$  /;  $t_{РВР(δ)}$  - тривалість усунення відмов Ф0.

Числові значення показників АСЗРОФО знайдені через відповідні імітаційні моделі, алгоритми яких складені з використанням мов Турбо Паскаль і АЛГАС і ЕОМ *Goupil Golf* та "Минск-22".

5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ФО. Розв'язання проблеми безвратного /з технічних причин/ функціонування механізованих процесів на ТФ з допомогою адаптивної системи забезпечення роботоздатності ФО вимагає на етапі дослідження параметрів останньої відповідної методологічної основи та застосування сучасних методів і засобів вирішення конкретних задач. Оскільки основне виробництво /ТФ/, у якому застосовуються механізовані процеси, являє собою велику ієрархічну технологічну систему, а обслуговувальне /РОБ/ - велику трирівневу технічну систему, то у дослідженні ОТВ між цими системами повинен використовуватися системний підхід. Власне системний підхід у розв'язанні окремих задач і проблеми в цілому становив методологічну основу цього дослідження. Системний підхід передбачає докладний розгляд процесів у досліджуваних ТЛС і ТС, організаційних і техніко-технологічних параметрів під час їх ОТВ, які творять показники і параметри нової системи - АСЗРОФО, що функціонує лише під час цієї ОТВ.

Системний підхід використовується у цій роботі не лише задля розв'язання задач з визначення показників і параметрів РОБ та АСЗРОФО в цілому, але й під час розгляду ситуацій, у яких приймаються оперативні рішення щодо управління надійністю ФО. Тут використовуються лише чотири з відомих семи аспектів системного підходу: системно-елементний, системно-структурний, системно-функціональний та системно-процедурний /системно-оперативний або ж процесуальний/.

Для АСЗРОФО брались до уваги: вимоги до оперативності виконання РОВ і РВР; вимоги до показників надійності Ф0 /параметричної та технічної/; необхідна чисельність резервних елементів на кожній з ланок РОБ; необхідна чисельність виконавців РОВ і РВР.

Під час вироблення стратегій і прийняття відповідних рішень щодо управління надійністю Ф0 враховувалось наступне: оперативна інформація про стан Ф0 /роботоздатний, нероботоздатний/; про період машинвикористання на ТФ /довідмовний, післявідмовний/; наявність усіх чинників, що характерні кожній з систем /ТДС, ТС, АСЗРОФ0/ під час ОТВ перших двох. Цілісну уяву про системний підхід у дослідженні дає схематичне зображення вищевикладеного /рис. 6/.

Реалізація цього підходу уможливляє управління експлуатаційною надійністю Ф0 з використанням відповідних методів та засобів /рис.7/. У дисертації дається авторські розробки конструктивних і технологічних методів, зокрема щодо змін у конструкції двоточкового приводу горизонтальної вітки транспортерів ТСН-3, ОБ, ТСН-2Б; підвищення післяремонтного ресурсу деталей ланцюга ТСН-3, ОБ способом хіміко-термічного зміцнення їх поверхонь борідами; маловідходної технології ремонту механічної частини насосів ЕЦВ тощо.

Щодо організаційно-економічних методів управління надійністю Ф0, то вони становлять основу АСЗРОФ0. З використанням розрахункових показників і моделей цієї системи знайдена, наприклад, залежність потреби в ремонтниках ТФ різних потужностей /  $P_j$  / для усунення відмов І-ї і 2-ї груп складності від допустимої тривалості РВР /рис. 8/. Трудомісткість  $T_{РВР(С)}$  РВР, імовірність усунення відмов Ф0 3-ї групи складності  $P_3$  та кількість



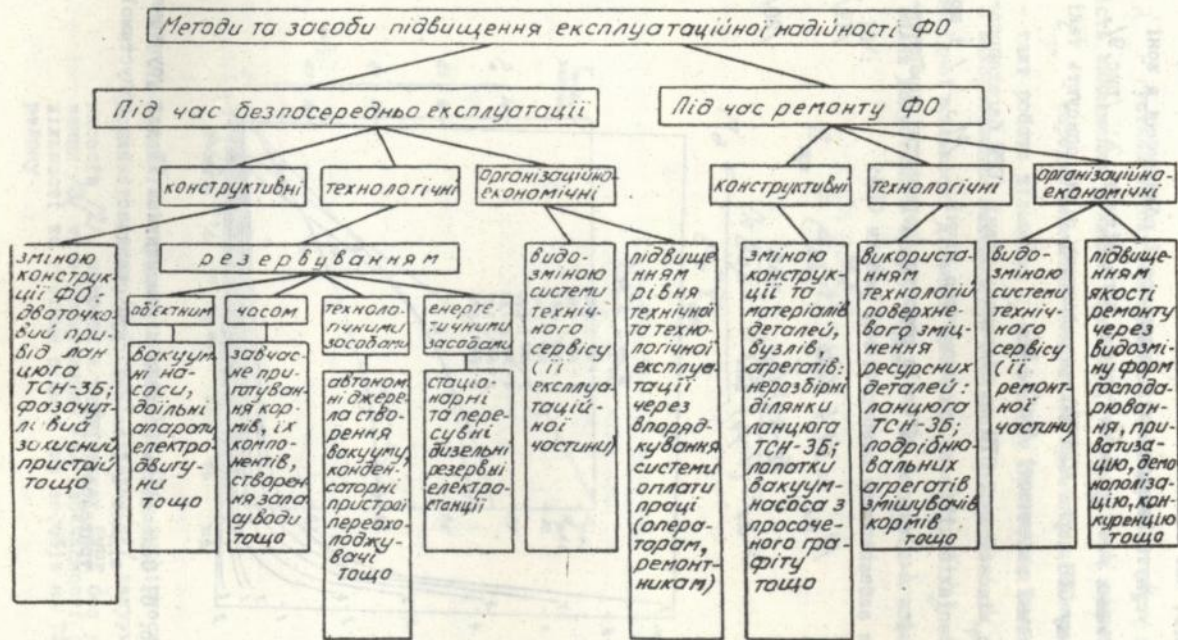


Рис. 7. Методи та засоби підвищення експлуатаційної надійності фермівського обладнання

ремонтників, які своєчасно /  $\rho_{p.d.c}$  / і несвоєчасно /  $\rho_{p.z}$  / можуть їх усунути, залежать від чисельності обладнання в зоні обслуговування /  $\rho_M$  / та густини його відмов  $\lambda$  /рис.9/. Міжсистемну ОТВ через АСЗРОВО на районному рівні описують такі функціональні залежності /табл. 5/.

Щодо міжсистемної ОТВ на обласному рівні /СРМ багатопредметної спеціалізації/, то тут визначено річні /  $M_{d.k}$  / і щоденні запаси /  $\Delta_{d.k}$  / об'єктів ремонту /доремонтні компенсатори/ для забезпечення безперервної роботи СРМ:

$$M_{d.k} = 34,4 \cdot 1,84^{-\lambda^{2,79}} ; \quad /19/$$

$$\Delta_{d.k} = \frac{(z-k_0) \bar{t}_{np}}{(4-\rho_0) \bar{t}} ; \quad /20/$$

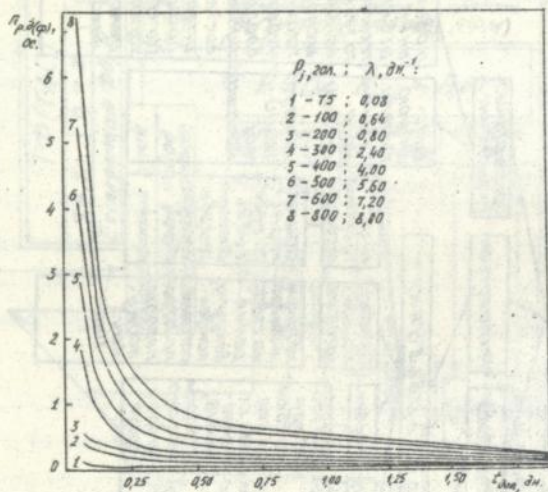


Рис. 8. Залежність потреби в ремонтниках ТФ для усунення відмов I-І та 2-ї груп складності від допустимої тривалості РВР

де  $\lambda$  - густина потоку надходження ремфонду  $\Phi 0$ ;  $k_0$  - імовірність виникнення тривалих простоїв технологічних ділянок СРМ;  $\bar{t}_{пр}$  - середнє значення інтервалів простоїв ділянок;  $\bar{t}$  - такт роботи ділянок;  $\rho_0$  - коефіцієнт простоїв ділянок.

З використанням залежностей обмінного фонду  $\Phi 0 / \Delta_{опр}$  / і необхідної кількості ділянок для його ремонту  $n_a$  / знайдено вплив допустимого часу  $t_{доп}$  / на обсяги цього фонду /рис. 10/:

$$\Delta_{опр} = \mu_n (n_a - n'_a); \quad /21/$$

$$n_a = \frac{\mu_n \bar{V}_{ар} + \lambda t_{доп}}{\mu_n' t_{доп}}, \quad /22/$$

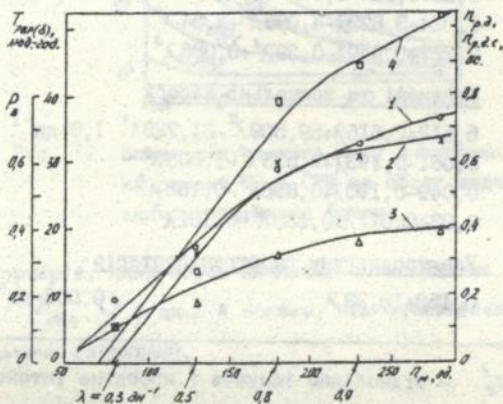


Рис. 9. Залежність трудомісткості РВР /1/, ймовірності усунення відмов /3-ї групи складності/ вакуумних насосів /2/, потреби в ремонтниках ЛМРД без урахування /3/ та з урахуванням /4/ своєчасності від кількості та густини відмов цих засобів на ТР району

Характеристика функціональних зв'язків у міжсистемній ОТВ під час виконання ремонтно-відновних робіт бригадами ЛМРД на ТФ району

Параметри ОТВ	Функціональні залежності між густиною потоку віднов агрегатів Ф0 та параметрами ОТВ і значення показників, які оцінюють їх надійність:		
	залежність	для $\lambda \geq$	середньо-квдратичне відхилення
<u>Вакуумні насоси доїльних установок</u>			
$T_{\text{впр}(d)}$ , люд-год.	$-4,235+52,015\lambda-31,7\lambda^2+21,42\lambda^3$	$0,25 \text{ дн}^{-1}$	4,351
$P_{\text{в}}$	$-0,86+3,78\lambda-3,38\lambda^2+1,78\lambda^3$		0,000013
$\pi_{\text{р.д.с}}$ , осіб	$-0,207+1,519\lambda-2,48\lambda^2+2,775\lambda^3$		0,0047
$\pi_{\text{р.д}}$ , осіб	$-0,042+0,546\lambda-0,313\lambda^2+0,275\lambda^3$		0,0005
<u>Компресори холодильних установок</u>			
$T_{\text{впр}(d)}$ , люд-год.	$-20,91+87,29\lambda-36,51\lambda^2+8,18\lambda^3$	$0,5 \text{ дн}^{-1}$	0,174
$P_{\text{в}}$	$-1,65+5,85\lambda-5,07\lambda^2+1,54\lambda^3$		0,00036
$\pi_{\text{р.д.с}}$ , осіб	$-1,034+3,873\lambda-4,098\lambda^2+2,54\lambda^3$		0,00028
$\pi_{\text{р.д}}$ , осіб	$0,227+0,949\lambda-0,39\lambda^2+0,086\lambda^3$		0,00002
<u>Заглибні та консольні насоси</u>			
$T_{\text{впр}(d)}$ , люд-год.	$5,512+2,616\lambda+59,509\lambda^2-31,728\lambda^3$	$1,0 \text{ дн}^{-1}$	1,860
$P_{\text{в}}$	$0,061-0,193\lambda+2,513\lambda^2-1,803\lambda^3$		0,0024
$\pi_{\text{р.д.с}}$ , осіб	$0,049-0,190\lambda+0,898\lambda^2-0,152\lambda^3$		0,00081
$\pi_{\text{р.д}}$ , осіб	$0,03+0,011\lambda+0,335\lambda^2-0,181\lambda^3$		0,00005
<u>Електродвигуни гностранспортерів</u>			
$T_{\text{впр}(d)}$ , люд-год.	$0,158+18,33\lambda$	$0,002 \text{ дн}^{-1}$	0,003

тут  $M_n$ ,  $M_n'$  - відповідно існуюча і проектна інтенсивності обслуговування замовників;  $\pi_{\text{д}}$  - існуюча чисельність спеціалізованих ділянок СРМ;  $\text{Вер}$  - імовірність того, що у момент надходження чергового замовлення від ТФ, немає обмінного фонду.

З урахуванням імовірнісного характеру надходження замовлень на ремонт Ф0 на основі формули 21 і 22 визначили ту кількість

обмінного фонду, з допомогою якого існуючі майстерні регіону зможуть виконувати замовлення господарств за часом  $t_{\text{доп}}$  /табл. 6/.

Порівняння отриманих запасів ОФ, розрахованих за критерієм оперативності обслуговування господарств, з запасами, формування яких може здійснюватися за критерієм мінімуму народногосподарських затрат /так, як вимагає система ПЗРТОФ/ показує, що вони, повинні бути більшими. Виняток становить ОФ ханців гное-

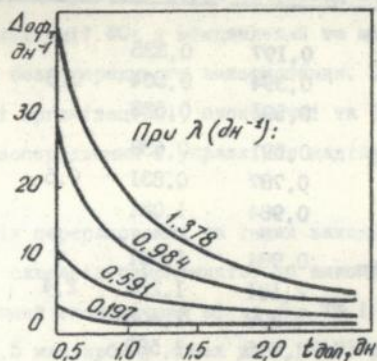


Рис. 10. Вплив допустимого часу виконання замовлень на ремонт ФО в СРМ на обсяг щоденного неспадного запасу обмінного фонду

транспортів, який через незначні обмеження на оперативність ремонту /  $t_{\text{доп}} = 2,4$  дн./ є меншим, ніж оптимізовані за народногосподарськими затратами.

Щоденний неспадний запас обмінного фонду  $\Phi_0$  СРМ, визначений за часом  $t_{\text{доп}}$  і порівняння його з оптимальним, розрахованим за мінімумом народно-господарських затрат

Фермівське обладнання та його агрегати	Густина вхідного потоку рефонду $\lambda$ , дн. <sup>-1</sup>	Інтенсивність обслуговування, $\mu$ , дн. <sup>-1</sup>	Допустимий час, $t_{\text{доп}}$ , дн.	Щоденний неспадний запас $\Phi_0$ /од./дн./ розрахований за:
				вимогами: мінімуму зоовет- : господар- : служби : ських : затрат
Котли пароутворювачі	0,197	0,335		8,04 2,5-6,0
	0,394	0,504	0,5	7,49 2-5
	0,591	0,638		6,95 2-4
Подрібнювачі грубих і соковитих кормів	0,591	0,638		6,95 3-7
	0,787	0,831	0,5	6,76 2-6
	0,984	1,051		6,39 2-7
Ланцюги гностранспортерів	0,984	1,051		1,18 1,8-2,5
	2,181	1,228	2,4	1,20 1,8-2,5
	1,378	1,406		1,22 2-3
	1,575	1,583		1,24 2-6

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ. Розроблені у дисертації теоретичні положення щодо забезпечення роботоздатності  $\Phi_0$ , в основі яких лежать принципи адаптування системи технічного сервісу до вимог основного виробництва, є однією з важливих передумов реалізації на практиці інженерно-технічних та організаційних заходів, спрямованих на скорочення втрат у тваринництві з технічних причин. Застосування в технічному сервісі стратегій та критеріїв, що не порушують ходу природних циклів і технологічних процесів ТФ, вимагають додаткових грошових та матеріальних вкладень в галузь й чіткої організаційно-технологічної взаємодії між основним та обслуговувальним вироб-

ництвом. Важливу і значну частку затрат становлять впровадження нових профілактичних видів РОВ - технічних оглядів та стандартних ремонтів, а також витрати, пов'язані зі збільшенням обсягів запасних частин, обмінних фондів та доремонтних компенсаторів через низьконадійне ФО і високий негативний технічний потенціал.

Розроблені методики і принципово новий підхід у розв'язанні проблеми втрат у тваринництві з технічних причин через трансформування чинної системи ПЗРТОФО в адаптивну уможливили встановлення потенційних джерел цих втрат на усьому ланцюгу технічної і виробничої експлуатації ФО: у міжцикловий та міжсезонний періоди та під час його безпосереднього використання. Це дало змогу розробити конкретні організаційні, економічні та інженерно-технічні заходи щодо їх попередження і управління надійністю машин на фермах.

Реалізація перерахованих та інших заходів, в т.ч. узгодження оплати праці слюсарів-ремонтників, що виконують РОВ та РВР на фермах дасть річний економічний ефект /на ТФ і РОВ/ в межах однієї області понад 4,5 млн.крб./у цінах до 1.04,9І р./.. Основу цього ефекту становлять попереджені втрати у тваринництві з технічних причин та у ремонтному виробництві через недовантаження його потужностей.

#### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ З РОБОТИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

I. В результаті переходу галузі тваринництва на різні форми господарювання, поряд з середніми та великими товарними фермами почали функціонувати малі фермерські /селянські/ господарства. До усіх існуючих колективних, кооперативних та інших тваринницьких ферм перейшли у спадок проблеми, пов'язані з низькими рівнями /заводським і експлуатаційним/ надійності машин та обладнання, а також розвитку РОВ, які зумовлюють і зумовляють збитки з техніч-

них причин в межах 25-30% від вартості обсягів добової продукції; фермерські господарства, перебуваючи на стадії свого становлення і з причини нерівноправних умов конкуренції з колективними та недооцінки у процесі виробництва продукції технічних питань, працюють в умовах ризику, що нерідко призводить також до збитків.

2. Набутий багаторічними дослідженнями науковий доробок з проблем забезпечення нормативних показників надійності  $\Phi_0$  базується на розгляді як окремих питань надійності /на кожній стадії існування  $\Phi_0$  і сукупно для усього періоду/, так і у взаємозв'язку з рівнем технічної експлуатації його, а також із сферою технічного сервісу. При цьому за критерій ефективності беруться як економічні показники, так і технічні та технологічні без достатньо глибокої проробки суті протікання механізованих процесів на фермах та вимог до них з боку зоотехнічно-ветеринарної служби. В результаті, проблема забезпечення високих показників надійності  $\Phi_0$ , безперервного використання його у технологічних циклах ферм залишилась нерозв'язаною /фактичний рівень експлуатаційної надійності в 1,8-2,3 рази нижчий від нормативного/.

3. Встановлено, що з метою адекватнішого відображення організаційно-технологічної взаємодії між ТФ та підрозділами РОБ, перші потрібно розглядати як великі технологічні системи, компоненти яких / $\Phi_0$ / функціонують у довідковому та післявідковому періодах; у довідковому протягом технологічних перерв на ТФ реалізуються усі планові профілактичні РОБ, у післявідковому - лише РВР, пов'язані з усуненням як параметричних, так і аварійних відмов  $\Phi_0$  I-го та 2-го родів. За критерій оптимальності береться комплексний показник непорушності природних циклів ТФ з технічних причин і недопущення поза дозволені та допустимі межі видовження цих циклів /критерій безвтратного функціонування процесів на ТФ/.

4. Результати дослідження рівнів технічного стану Ф0, його експлуатації та розвитку РОБ показали /рівень технічного стану Ф0, який оцінювався показником негативного технічного потенціалу, лежить у межах,  $H_{mc} = 0,42-0,79$ ; рівень коефіцієнта готовності Ф0- $K_{зд} = 0,74-0,95$ ; рівень розвитку РОБ -  $K_{роб} = 0,05-0,45$ /, що доби-ся з допомогою чинної планово-запобіжної системи ТО і ремонту Ф0 /ПЗРТОФ0/ нормативних показників його надійності, й таким чином забезпечувати безвтратне функціонування ТФ, неможливо. ПЗРТОФ0 не враховує: зміну частоти виконання РОБ залежно від строку служби Ф0; диференціації нормативних напрацювань між РОБ залежно від ви-ду Ф0, умов і режимів його експлуатації; вимог щодо оперативності виконання РОБ і РВР з боку зооветеринарної служби; відмов Ф0 з технічних причин 2-го роду /через перебої в електропостачанні ТФ, які не мають резервного живлення/ і особливостей їх усунення; рів-нів технічної експлуатації Ф0 та розвитку РОБ; стратегій і пріо-ритетів в обслуговуванні різних за розмірами і типами, а також формами господарювання ТФ. Матеріально-технічне забезпечення чин-ної системи побудоване на середньосовзних та зональних нормати-вах, які зараз втратили свій статус і за фізичним змістом не від-повідають сучасним вимогам галузі тваринництва - безвтратного функціонування механізованих процесів на фермах.

5. Результати аналізу, досягнених у звичайних умовах експлу-атації Ф0 відповідних показників, що стосуються його технічного сервісу, а також нормативних показників експлуатаційної надійно-сті Ф0 і рівнів оперативності усунення відмов, що обґрунтовані зооветеринарними вимогами, які у свою чергу зумовлені біологічно-фізіологічними особливостями утримання і годівлі худоби, дали змо-гу сформулювати новий підхід у розв'язанні проблеми забезпечення роботоздатності Ф0: чинна планово-запобіжна система ТО і ремонту

повинна бути трансформована в адаптивну /АСЗРОФ0/, пристосовану до зоветеринарних вимог, досягнених рівнів розвитку РОБ та технічного стану Ф0, режимів та умов його використання, розмірів ТФ та форм господарювання і власності.

6. У дисертації розроблені основи теорії та відповідні методики реалізації організаційно-технологічних міжсистемних взаємодій між ТФ /основна ТЛС/ та елементами РОБ /обслуговувальна ТС/ через АСЗРОФ0 окремо у довідковому та післявідковому періодах використання Ф0, а також проведена оптимізація цієї взаємодії сукупно в обидвох періодах з розглядом її по окремих періодах. На основі цього виконано дослідження відповідних параметрів АСЗРОФ0 залежно від зміни вихідних показників /розмірів і типів ТФ, величини їх виробництв, рівнів розвитку РОБ і технічного стану Ф0 тощо/. При цьому в оптимізації планових РОБ та аварійних РЕР ланками РОБ господарського і районного рівнів за визначальні критерії брались не ступені завантаження ремонтників та ремонтно-технологічного обладнання, а оперативність виконання РОБ і РЕР - відповідно протягом дозволеного та допустимого часів.

7. З метою попередження всезростаючих втрат у тваринництві з технічних причин I-го роду рекомендовано увести додатково для Ф0, до якого ставляться високі вимоги щодо експлуатаційної надійності /  $P_{\delta, p} = 0,97-0,99$  /, новий вид РОБ - стандартні ремонти /СТР/, які передбачають після певного напрацювання Ф0 /агрегатів/ заміну його на нове /відремontоване/ незалежно від його фактичного технічного стану. Крім аварійних відмов Ф0 та його агрегатів з технічних причин, значну частку /близько 25% / становлять параметричні відмови, спричинені порушенням технологічних параметрів /частоти пульсацій, величини вакууму, інтенсивності охолодження молока тощо/. Вони мають безпосередній нега-

тивний вплив на біолого-фізіологічні параметри худоби, кормів та продукції ферм і видовжують їх технологічні цикли, наосячи цим збитки; з метов їх попередження АСЗРОФ0 передбачає проведення з оптимальною періодичністю технічних оглядів /ТОГ/, під час яких виконуються діагностувально-регульовальні роботи, а також усунення виявлених відмов.

8. Нормативний рівень оперативності усунення ресурсних відмов Ф0 та його агрегатів з використанням обласних спеціалізованих ремонтних майстерень здійснюється через приведення організаційно-технологічної взаємодії їх з ТФ до безпосередніх контактів минаючи районні ТОП. Я формування відповідних обсягів обмінних фондів за критерієм допустимої тривалості перебування Ф0 у нероботоздатному стані. Спеціалізація і концентрація ре знту Ф0 в СРМ вимагають забезпечення ритмічності протікання виробничих процесів, відповідних рівнів завантаження робітників і ремонтно-технологічного обладнання. Ці вимоги задовільняються доремонтними компенсаторами, які формуються з числа списаного Ф0 у господарствах зони обслуговування СРМ.

9. У роботі отримано конкретні результати, які становлять як нормативну базу АСЗРОФ0 /оцінка технічного стану Ф0, досягненого рівня коефіцієнта його готовності; потреби в ремонті Ф0; періодичності СТР і ТОГ; оцінка трудомісткості РВР через І у.а.р.; рівні забезпечення трудовими ресурсами і технічними засобами; оцінка кількості і якості робіт ремонтника з використанням шкали штрафів/, так і техніко-технологічну основу управління надійністю Ф0 /двоточковий привід горизонтальної вітки гностранспортерів; підвищення післяремонтного напрацювання деталей ланцюга ТСН-3,0В способом їх ХТО; впорядкування графіків роботи виїзних бригад ДМРД тощо/.

10. Результати досліджень рекомендовані до впровадження у механізованому тваринництві та його ремонтно-обслуговувальній базі західного регіону України; окремі розробки і рекомендації прийняті до впровадження і впроваджені у Жовківському, Миколаївському і Пустомитівському районах та у Львівській області в цілому, які є типовими для громадського і фермерського тваринництва регіону. Сподіваний річний економічний ефект від скорочення втрат галузі з технічних причин застосування системи АСЗРОФО оцінюється в межах цієї ж області у 4,7 млн.крб. /в цінах 1991 року/.

11. Розроблені концептуальний та критеріальний підходи, теоретичні основи та методика управління надійністю техніки на фермах, а також сформовані бази та банки даних, що мають безпосереднє відношення до розв'язання проблеми безвратного /з технічних причин/ функціонування механізованих процесів на ТФ, можна використовувати не лише для вдосконалення існуючих виробничих і технологічних процесів на ТФ і РОБ, але й під час проектування нових. У зв'язку з цим результати, отримані в дисертаційній роботі, введені в навчальну програму дисципліни "Надійність і ремонт машин" Львівського державного сільськогосподарського інституту.

Основні положення дисертації викладені в наступних 39 друкованих працях:

1. Формальчик Є.Ю. Управління надійністю техніки на фермах. - Львів: Світ, 1992. - 112 с. /монографія/.
2. Ремонт техніки агропромислового комплексу / Формальчик Є.Ю., Семкович О.Д., Карпінський Ю.А. та ін. - Львів: В-во при Львівському держуніверситеті Видавничого об'єдн. "Вища школа", 1984. - 260 с. /навч. посібник/.
3. Формальчик Є.Ю. Рекомендації по совершенствованию организации ремонта фермского оборудования хозяйств области и повышение эффективности его использования. - Львов, 1979. - 27 с. /брошура/.
4. Формальчик Є.Ю., Семкович О.Д. Двоточковый привод транспортера ТСН-3,0Б // Механізація с.г., 1975, № 11.
5. Формальчик Є.Ю. Дослідження коефіцієнта прискореного спрацьовування деталей гнотранспортера на машині СМЦ-2 // Наук. пр. /

- Львів СГІ. - Львів, 1976, т.64.
6. Формальчик Є.Ю., Голубець В.М., Семкович О.Д. та ін. Підвищення післяремонтного ресурсу транспортера ТСН-3,0Б при застосуванні хіміко-термічної обробки // Вісник с.-г. науки, 1977, №3.
  7. Формальчик Є.Ю., Драчук А.А. О путях совершенствования системы ремонта и технического обслуживания оборудования животноводства // Науч. тр. / Львов СХИ. - Львов, 1982, т.96.
  8. Формальчик Є.Ю., Корпало З.М. Обоснование производственных мощностей специализированного ремонта техники животноводства Львовского ОАПО // Науч. тр. / Львов СХИ. - Львов, 1986.
  9. Формальчик Є.Ю. Об оценке труда слесаря-ремонтника фермы // Техника в с.х., 1987, № 9.
  10. Формальчик Є., Самотос В. Планування й облік роботи виїзних бригад // Механізація с.г., 1988, № 1.
  11. Формальчик Є.Ю. Обобщенный анализ уровня технического состояния фермского оборудования // Науч. тр./Львов СХИ. - Львов, 1988.
  12. Формальчик Є.Ю. Обгрунтування виробничої програми ремонту техніки тваринництва // Наук. пр./Львів СГІ.- Львів, 1990.
  13. Формальчик Є.Ю., Вахняк І.Д. Аналіз і формалізація роботи тваринницької ферми // Наук.пр./Львів СГІ. - Львів, 1990.
  14. Формальчик Є.Ю. Исследование отказов фермского оборудования // Мех. и электр. с. х., 1990, № 10.
  15. Формальчик Є.Ю., Вахняк І.Д. Економічний ефект гарантовано // АПК: наука, техніка, практика, 1990, № 7.
  16. Формальчик Є.Ю. Характеристика відмов фермського обладнання // Наук. пр./Львів СГІ. - Львів, 1991.
  17. Формальчик Є.Ю., Волочюк О.М. Аналіз потоків аварійних відмов фермського обладнання // Наук. пр./Львів СГІ. - Львів, 1991.
  18. Формальчик Є.Ю., Вінчерський М.П. Визначення чисельності виконавців для проведення ремонтно-обслуговувальних втручань на тваринницькій фермі // Наук. пр./Львів СГІ. - Львів, 1992.
  19. Формальчик Є.Ю., Болонний Р.І. Оцінка збитків від перебоїв в електропостачанні молочно-товарних ферм // Наук.пр./Львів СГІ.- Львів, 1992.
  20. Формальчик Є.Ю. Визначення вартості комплексу сервісних робіт під час забезпечення роботоздатності фермівського обладнання // Наук. пр./Львів СГІ. - Львів, 1992.
  21. Формальчик Є.Ю. Критерії та теоретичні засади адаптивної системи забезпечення роботоздатності техніки на фермах // Наук.пр./Львів ДСГІ. - Львів, 1993.
  22. Формальчик Є.Ю. Періодичність та трудомісткість стандартного ремонту фермівського обладнання // Наук. пр./Львів ДСГІ.-Львів, 1993.
  23. Формальчик Є.Ю. Технічний сервіс фермівського обладнання в умовах багатуокладного господарвання // Вісник аграрної науки, 1993, № 11.
  24. Формальчик Є.Ю. Визначення трудомісткості усунення відмов фермівського обладнання // Міжвідомчий темат.наук.-техн. зб. - Київ:

- Урожай, 1993, вип. 78. - С. 27-30 /Механізац. і електриф. с.г./.
25. Формальчик Є.Д. Технічний сервіс фермівського обладнання в умовах багатокладного господарювання // Вісник аграрної науки, 1993, № II.
  26. Формальчик Є.Д. Обоснование концепции адаптации системы ремонта техники животноводства // Депон. рукопись во ВНИИТЭИагропром. - М., 1989, № 193 ВС-89 Деп.
  27. Формальчик Є.Д. Достигнутый уровень эксплуатации техники на животноводческих фермах // Депон. рукопись во ВНИИТЭИагропром. - М., 1990, № 290 ВС-90 деп.
  28. Формальчик Є.Д. Міжсистемні взаємодії у забезпеченні робото-здатного стану фермівського обладнання // Депон. рукопис в УкрІНТЕІ. - Київ, 1992, №1910-Ук92.
  29. Формальчик Є.Д. Аналіз ризику під час реалізації механізованих процесів на фермах // Депон. рукопис в УкрІНТЕІ. - Київ, 1992, № 1909-Ук92.
  30. Формальчик Є.Д., Семкович А.Д., Горбань І.В. Ремонт цепи навозоборочного транспортера ТСН-3,0Б с применением химико-термической обработки его ресурсных деталей // Информлисток № 217-76, серия 35. - ЛьвовЦНТИ, 1976.
  31. Формальчик Є.Д., Довгань С.М., Радько В.В. Определение коэффициента готовности техники на программируемых калькуляторах // Информлисток Львов МЦНТИ № 90-17, вып. 2, серия 35. - Львов, 1990.
  32. Формальчик Є.Д., Семкович А.Д., Сидорчук А.В., Головащенко В.Е. Применение ЕВМ при проектировании производственного процесса ремонта машин // Проспект, Львов СХИ. - Львов, 1985.
  33. Формальчик Є.Д., Семкович А.Д. О критериях, применяемых при проектировании и расчете предприятий сельскохозяйственной ремонтной сети // Тезисы докл. на Всесоюз. научн.-практ. конфер./ Челябинский ИМЭСХ - Челябинск, 1981.
  34. Формальчик Є.Д. К вопросу совершенствования системы ремонта и технического обслуживания машин и оборудования животноводства // Тезисы докл. на Львовской обл. научн.-техн. конфер. - Львов, 1981.
  35. Формальчик Є.Д., Рожко М.Д. Пути обеспечения высокой технической готовности машин и оборудования животноводческих ферм // Тезисы докл. на Закарпатской обл. научн.-техн. конфер. - Ужгород, 1982.
  36. Формальчик Є.Д. Принципові положення та етапи реалізації державної технічної політики // Тези звітної конфер. викладачів і аспір. Львівського ДСРІ за наслідками НДР у 1993 р. - Львів, 1994.
  37. Разработка эффективных методов эксплуатации и ремонта машино-тракторного парка в условиях западного региона СССР // Формальчик Є.Д., Семкович А.Д., Сидорчук А.В. и др. / Отчет о НИР. Львов СХИ. - Львов, 1986, ч. I и 2, инв. № 02В70074705 во ВНИИЦ.
  38. Исследование производственного и технологического процессов ремонта техники животноводства в цехе № 3 Нестеровского РТП и разработка проекта его реконструкции // Формальчик Є.Д., Вахняк І.Д., Денис І.Н. и др. Отчет о НИР / Львов СХИ. - Львов, 1989, инв. № 02В90016700 во ВНИИЦ.

39. Разработать и внедрить процессы ремонта с.-х. техники, обеспечивающие основные требования хозяйств западного региона УССР // Формальчик Е.Ю., Семкович А.Д., Сидорчук А.В. и др. Отчет о НИР / Львов СХИ.- Львов, 1990, № гос. регистрации ОІ870050847 во ВНТИЦ.

FORNALCHYK E.U.

"The adaptable system of the security of farmers equipment efficiency (milk commodity production farms of the Western Ukraine)"

The thesis stands for the scientific degree (grade) of the doctor of the technical sciences, speciality 05.20.03 - Exploitation, restoration and maintenance of the agricultural techniques, the National Agricultural University, Kijev, 1994.

In this work are defended theoretical and experimental investigations of the technical service system of the farmers equipment. It is proved that this system must be adapted according to its functional purpose to the normative requirements of the animal-production branch relative to uninterrupted technological cycles on farms, to the level of exploitation of farm equipment, its technical state, forms of management and property. Some organizational, technical and technological working outs were introduced on the farms and repairing enterprises. Their efficiency are cited in works.

ФОРНАЛЬЧИК Е.Ю. Адаптивная система обеспечения работоспособности фермского оборудования /на примере молочно-товарных ферм хозяйств западного региона Украины/.

Диссертация на соискание научной степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 - эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники, Национальный аграрный университет, Киев, 1994.

Защитаются теоретические и экспериментальные исследования системы технического сервиса фермского оборудования. Установлено, что эта система по своему функциональному назначению должна быть адаптирована к нормативным требованиям отрасли животноводства относительно непрерывности технологических циклов на фермах, к уровню эксплуатации оборудования, его технического состояния, форм хозяйствования и собственности. Осуществлено внедрение отдельных организационных и технико-технологических разработок в хозяйствах и на ремонтных предприятиях; приводятся данные об их эффективности.

Ключові слова: адаптивна система, фермівське обладнання, організаційно-технологічна взаємодія, надійність, довідковий, післявідмовний періоди машиновикористання, управління надійністю.



455347

AB 31.459

**AB 31.459**