

$$\begin{aligned} \Delta = & (S + \lambda_{00}) \lambda_{00'-0'0'} \left[S(S + \lambda_{01})(S + \mu_{11}) + S \lambda_{0'0} \lambda_{01} + (S + \mu_{11}) \lambda_{0'0} S \right] \cdot \\ & \cdot (S + \lambda_{01}) + (S + \lambda_{00})(S + \lambda_{0'0'}) \left\{ \left[S(S + \lambda_{01})(S + \mu_{11}) + S \lambda_{01} \lambda_{0'0} + \mu_{11} \lambda_{01} S \right] \cdot \right. \\ & \cdot \lambda_{00'-01} + S(S + \lambda_{01})(S + \mu_{11})(S + \lambda_{01}) \left. \right\} + \\ & + \mu_{11} \left[\lambda_{00'-0'0'} (S + \lambda_{01}) S \lambda_{0'0} \lambda_{0'0'-01} + (S + \lambda_{0'0'}) \lambda_{01} S \lambda_{00'-01} \lambda_{01} \right] \end{aligned} \quad (21)$$

Встановлення визначника Δ основної матриці є важливим для виявлення в подальших дослідженнях значень ймовірності станів системи, на яких ґрунтуються необхідні критерії надійності активно дубльованої системи.

Список літератури

1. Бойко А.І. Графоаналітичний аналіз станів і переходів в можливі стани активно резервованої технічної системи / А.І. Бойко, О.В. Бондаренко, В.М. Савченко // Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 98.Т2.- Глеваха, 2013 - С. 396-402

A. Boyko

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

A. Bondarenko

Mykolayiv National Agrarian University

V. Savchenko

Zhytomyr National Agroecological University

The mathematical model's fundamental matrix of active redundant model's reliability derivation

The reliability of the active redundant model's mathematical model described. The main determinant of the matrix to determine in future studies the probability of the system states upon which the necessary criteria of reliability redundant system was definite.

technical system, the probability of the system, redundant system, reliability criteria

Одержано 18.11.13

УДК 658.51:631.172

В.Д. Войтюк, д-р техн. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Визначення техніко-технологічних параметрів сервісних центрів

Приведено результати наукових досліджень впливу агрометеорологічних умов на темпи виконання обслуговуючо-ремонтних робіт. На основі проведених досліджень розроблено віртуальна модель системи технічного обслуговування і ремонту тракторів впродовж року для узгодження техніко-технологічні параметрів сервісних центрів із потоком замовлень тракторів на виконання обслуговуючо-ремонтних робіт. Сформульовані техніко-технологічні параметри сервісних центрів.

сервісний центр, технічне обслуговування, ремонт, агрометеорологічні умови, потік замовлень

В.Д. Войтюк

Національний університет біоресурсів і природопольовання України

Определение технико-технологических параметров сервисных центров

Приведены результаты научных исследований влияния агрометеорологических условий на темпы выполнения ремонтно-обслуживающих работ. На основании проведённых исследований разработана виртуальная модель системы технического обслуживания и ремонта тракторов на протяжении года для согласования технико-технологических параметров сервисных центров с потоком заказов тракторов на выполнение ремонтно-обслуживающих работ. Сформулированы технико-технологические параметры сервисных центров.

сервисный центр, техническое обслуживание, ремонт, агрометеорологические условия, поток заказов

Постановка проблеми. Коефіцієнт технічної готовності залежить від рівня узгодження виробничих програм сервісних центрів (СЦ) M_o з попитом на виконання сервісних втручань A . З цією метою були розглянуті [1-3] питомі затрати коштів на виконання технологічного процесу $Z_{\text{тех}}$, питомі транспортні затрати $Z_{\text{тр}}$, а також питомі втрати B сільськогосподарських підприємств (СП) від простоїв техніки на обслуговуванні. Визначено, що виробнича програма M_o вважається узгодженою з попитом A у тому разі, коли питомі сумарні затрати та втрати СП будуть мінімальними

$$(M_o \leftrightarrow A) = f(Z_{\text{тех}} + Z_{\text{тр}} + B) \rightarrow \min. \quad (1)$$

Аналізуючи попит A на виконання технічного обслуговування і ремонту (ТОР) енергонасиченої сільськогосподарської техніки, з огляду на зміни на регіональному рівні, закупівлю ними різномарочної СГТ, впровадженням нових технологій вирощування сільськогосподарських культур, узгодження між M_o і A можна досягти лише на певний період часу t_y , після якого слід коригувати структурно-функціональну будову системи ТОР шляхом зміни кількості структурних складників системи або ж зони її дії. Кількісне значення кожної c -ї структурної складової системи ТОР N_{cr} визначається відповідною виробничою програмою M_{or} , що входить до складу загальної програми M_o .

Доведено, що збитки через призупинення механізованих сільськогосподарських процесів можна звести до мінімуму за умов резервування енергонасиченої техніки у СП; наявності енергонасиченої техніки у системі ТОР, яка має надаватися на прокат СП в обмін на техніку, яка зупинилася через потребу виконання ТОР. Вибір стратегії ТОР S^{eff} енергонасиченої ρ -ї техніки визначається із умови:

$$S^{\text{eff}} \leftarrow f(R_\rho, Z_\rho^e, Z_\rho^o, \Delta t_\rho, \Delta M_\rho), \quad (2)$$

де R_ρ - повнота використання технічного ресурсу ρ -ї техніки;

Z_ρ^e, Z_ρ^o - відповідно резервування ρ -ї техніки у сферах її використання та ТОР;

Δt_ρ - своєчасність виконання механізованих сільськогосподарських процесів ρ -ю технікою;

ΔM_ρ - резервування потужності центра (станції) ТО.

Складові цієї залежності належать до двох згаданих сфер експлуатації техніки: $R_\rho, \Delta t_\rho, Z_\rho^e$ - сфери використання; $Z_\rho^o, \Delta M_\rho$ - сфери ТОР. Доведено, що узгоджена взаємодія між цими сферами за ринкових умов досягається гарантійними зобов'язаннями суб'єктів.

Між тим, при визначенні взаємодії між вказаними системами не були враховані такі фактори, як вимоги механізованих сільськогосподарських процесів до темпів виконання обслуговуючо-ремонтних робіт і агрометеорологічні умови їх виконання.

Мета досліджень. Підвищення ефективності механізованих сільськогосподарських процесів шляхом визначення техніко-технологічних параметрів сервісних центрів із врахуванням вимог до темпів виконання обслуговуючо-ремонтних робіт при певних агрометеорологічних умовах.

Результати досліджень. Вилучення енергонасиченої техніки із сфери використання характеризується допустимою тривалістю Δt_{pj}^d перебування її в сфері (системі) ТОР [4,5]. У j -й момент часу в неявному вигляді допустиму тривалість виконання обслуговуючо-ремонтних робіт, за визначених параметрів елементарної системи “поле – сільськогосподарська культура – машинний агрегат – технологічний процес – агрометеорологічні умови”, можна записати у вигляді

$$\Delta t_{pj}^d = f(Q_{vj}, q_v, T_{vj}, A_m), \quad (3)$$

де Q_{vj} – обсяг механізованих робіт, що слід виконати машинним агрегатом на v -й технологічній операції, починаючи з j -го моменту часу, га;

q_v – продуктивність машинного агрегату на v -ї операції, га/год;

T_{vj} – тривалість часу від j -го моменту до завершення агротехнічно оптимального терміну виконання v -ї операції, год;

A_m – агрометеорологічні умови у період виконання v -ї технологічної операції.

Аналіз статистичної моделі виконання механізованого сільськогосподарського процесу і розроблений метод визначення допустимої тривалості Δt_{pj}^d перебування її в сфері ТОР дають змогу визначити умови, за якими виникають втрати врожаю від несвоєчасного виконання механізованої операції (рис.1).

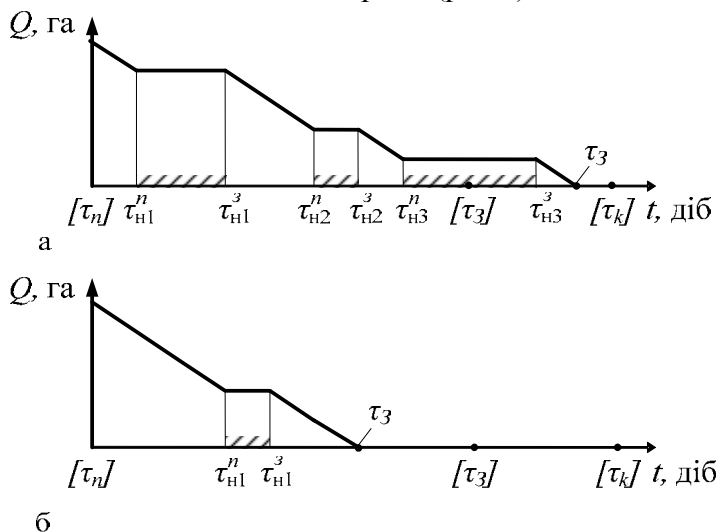


Рисунок 1 - Графічна інтерпретація статистичної моделі виконання механізованого процесу (роботи) за “дошових” (а) та “сухих” (б) агрометеорологічних умов

Якщо темп виконання механізованого процесу розраховано таким чином, що обсяг механізованих робіт буде виконано завчасно ($\tau_3^p < [\tau_3]$, де τ_3^p, τ_3^n $[\tau_3]$ – ранні, пізні та допустимі терміни завершення механізованого процесу), то виникає технологічно допустимий проміжок часу на виконання згаданих робіт. При цьому $\Delta t_p^d = [\tau_3] - \tau_3^p$. Якщо ж $\tau_3^p > [\tau_3]$, то механізований процес у системі “поле – культура –

машинний агрегат – технологічний процес – агрометеорологічні умови” виконуватиметься з втратами потенційного врожаю, а агротехнічно допустима тривалість виконання обслуговуючо-ремонтних робіт буде рівною нулю.

Термін виконання механізованого сільськогосподарського процесу за вказаною системою однозначно визначається за допомогою імовірнісної (статистичної) моделі, коли достеменно відомі такі її початкові умови, як агрометеорологічно зумовлений час початку механізованого процесу, повторюваність та тривалість кожного непогожого проміжку (рис. 1).

З огляду на те, що в даній реалізації процесу (рис. 1,а) $\tau_3 > [\tau_3]$, зупинка агрегату з технічних причин у будь-який погожий (робочий) проміжок часу буде зумовлювати втрати врожаю. Якщо у механізованому процесі виникатиме ситуація, за якої $\tau_3 > [\tau_3]$, то у цьому разі технологічно допустимі простой агрегату під час виконання відповідних робіт становитимуть $\Delta t_p^d = [\tau_3] - \tau_3$. Окрім того, простой агрегату допускаються, якщо він зупиниться у момент, за якого виконуватиметься умова $\tau_{n1}^3 - t_{po}^d = \tau_{n1}^3 - \tau_{n1}$. В разі зупинки агрегату в інтервалах часу $[\tau_n] \dots \tau_{n1}^n$ та $\tau_{n1}^3 \dots \tau_3$, допустимі простой агрегату будуть різні. За умови, якщо зупинка настає у першому робочому проміжку, допустимі простой становитимуть – $\Delta t_{po}^d = (\tau_{n1}^3 - \tau_{n1}^n) + ([\tau_3] - \tau_3)$, у другому, $\Delta t_{po}^d = [\tau_3] - \tau_3$.

Таким чином, допустима тривалість перебування машинно-тракторних агрегатів у сфері ГОР обумовлюється: агрометеорологічно визначеним часом початку весняно-польових робіт ($[\tau_n]$); агрометеорологічними умовами цього періоду впродовж того чи іншого року (Δt_n); календарним часом виникнення технічних відмов (τ_g); площею γ -о поля ($S_{\gamma k}$) під k -ю культурою; добовим темпом (W_s) виконання робіт.

Розроблено метод визначення потреби СЦ у пересувних ремонтних майстернях (ПРМ) для виконання обслуговуючо-ремонтних робіт на основі статистичного імітаційного моделювання відповідної системи.

Розроблена імітаційна модель складається із таких блоків: формування початкових даних для моделювання; моделювання потоку замовлень на поточний ремонт; моделювання потоку замовлень, що вимагають одночасного проведення ГОР; моделювання потоку замовлень на ГО; моделювання роботи ПРМ.

Процес моделювання потоку замовлень на виконання поточних ремонтів представлено у вигляді графічної моделі на рис. 2.

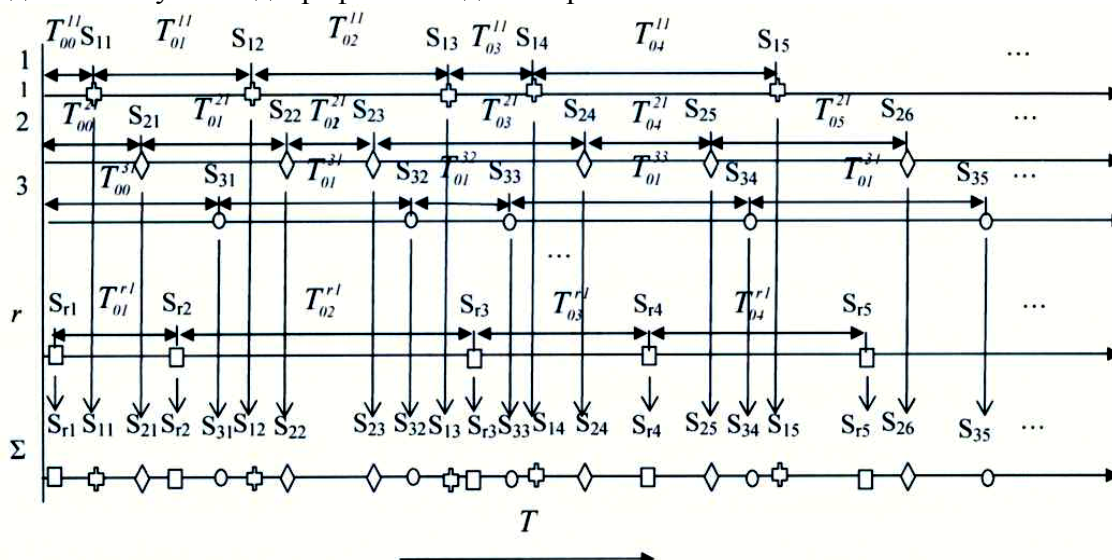


Рисунок 2 - Модель формування вхідного потоку замовлень на ремонт

Вектори 1, 2, 3, ..., r відтворюють вхідні потоки тракторів $S_{i,j}$ із i -х господарств та j -х марок. Вхідні потоки формуються шляхом послідовного відкладання випадкових значень інтервалів часу між надходженнями замовлень. Після проектування даних потоків на єдину календарну вісь отримується сумарний потік замовлень. Для кожного трактора потік замовлень на ремонт визначається напрацюванням від останньої обслуговуючо-ремонтної роботи на початок календарного року. Встановлюються замовлення, для яких потрібно одночасно виконати ТОР. Якщо напрацювання трактора є більше як 90% від регламентованого, то із замовленням на ремонт виконується одночасно і ТО.

Моделювання роботи ПРМ розпочинається із систематизації трудомісткості кожного замовлення. Трудомісткість виконання поточних ремонтів для тракторів встановлюється на підставі методу експертних оцінок. В моделі присвоєння трудомісткості кожному із замовлень на виконання поточних ремонтів відбувається шляхом генерування її випадкового значення. Що стосується трудомісткості виконання ТО для тракторів, то вона є регламентованою. Таким чином в моделі створюється масив трудомісткості ТО тракторів. Знаючи марку трактора, який потребує виконання ТО, із масиву трудомісткості обирається його регламентоване числове значення і присвоюється замовленню.

Замовлення на обслуговуючо-ремонтні роботи виконуються в порядку їх надходження (рис. 3).

Попередньо у моделі задається кількість ПРМ та чисельність виконавців, які виконують обслуговуючо-ремонтні роботи для тракторів. Із практичних міркувань приймаємо, що кожна із ПРМ комплектується двома виконавцями. Окрім того, задається умова, що тракторист також бере участь в проведенні обслуговуючо-ремонтних робіт.

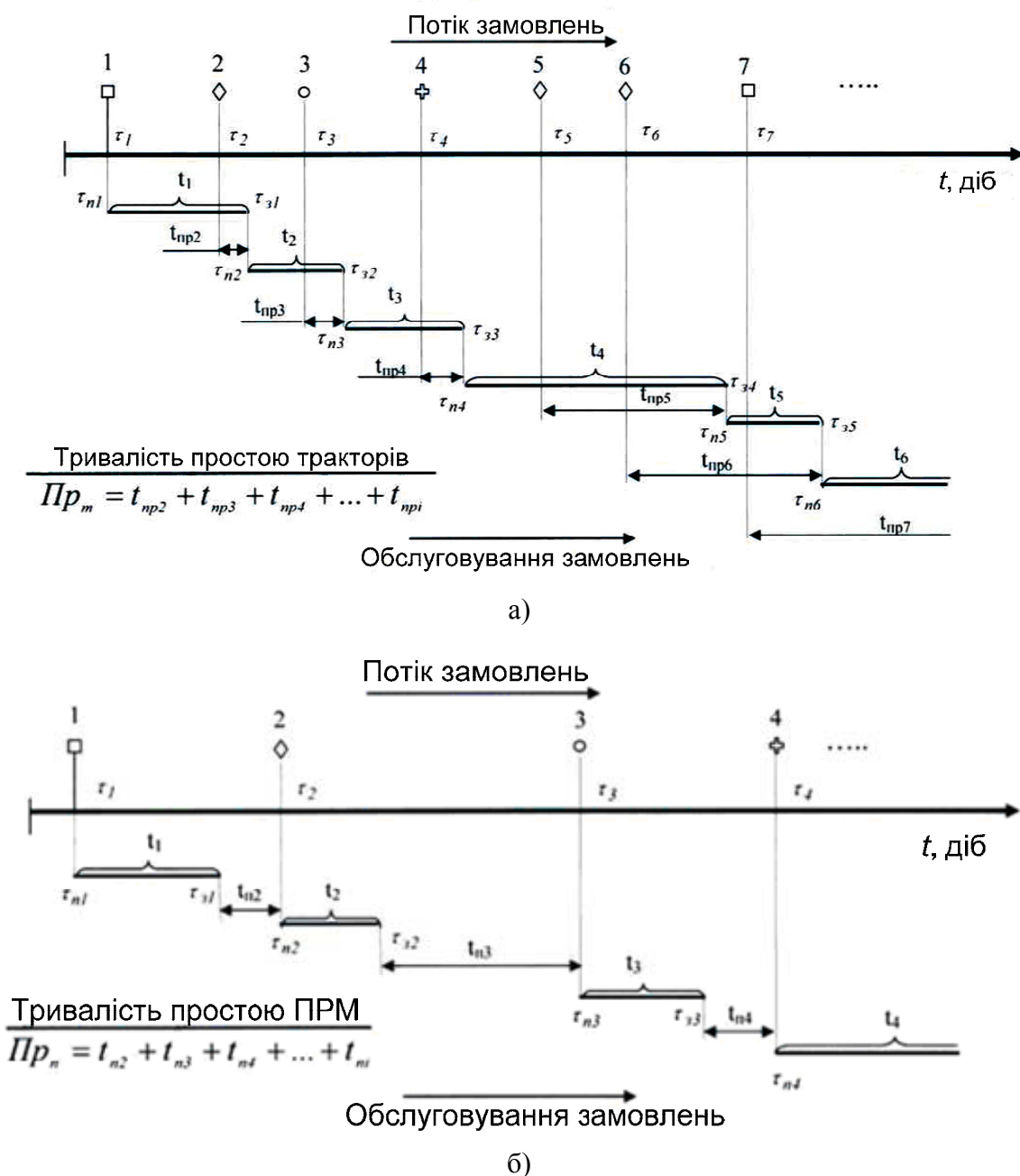
Під час функціонування системи ТОР тракторів можуть виникнути такі часові ситуації: ПРМ зайняті; їх частина зайнята, інша частина вільна; ПРМ вільні. Якщо з'явилося замовлення, коли ПРМ зайняті, то визначається тривалість простою тракторів у черзі на обслуговування $\sum t_{np}$ (рис. 3, а)

$$\sum t_{np} = t_{np2} + t_{np3} + t_{np4} + \dots + t_{npi} \quad (4)$$

Якщо виникло замовлення коли частина ПРМ зайнята, інша частина вільна, то проводиться розрахунок тривалості переїзду кожної із вільних ПРМ до господарства, де з'явилося замовлення, яке описується залежністю

$$t_{дi}^{jm} (t_{д2}^{jm}) = \frac{L_{1,j}}{V}, \quad (5)$$

де $L_{1,j}$ - відстань від СЦ до j -го господарства (відстань між господарствами), км;
 V - швидкість руху ПРМ, км/год.



де t_i - тривалість обслуговування i -о замовлення; t_{npi} - тривалість простою i -го замовлення в черзі; t_{np} - тривалість простою ПРМ, що очікує i -е замовлення; τ_{ni} , τ_{si} - відповідно час початку та закінчення обслуговування i -го замовлення

Рисунок 3 - Графічне відображення потоку тракторів на обслуговування-ремонт та функціонування ПРМ за умови інтенсивного (а) і неінтенсивного (б) потоку замовлень

За умови, що виникло замовлення, коли всі ПРМ вільні, то для його обслуговування залучають ту ПРМ, яка найближче розташована до місця замовлення. При цьому тривалість простою ПРМ (рис.3, б) визначається із виразу

$$\sum t_n = t_{n2} + t_{n3} + t_{n4} + \dots + t_{ni} \quad (6)$$

Після завершення моделювання віртуальної системи ТОР тракторів впродовж року розраховуються функціональні показники даної системи: обсяг замовлень,

тривалість простою ПРМ, тривалість простою виконавців, тривалість очікування тракторами обслуговуючо-ремонтних робіт, кількість замовлень, які не встигли обслужити і витрата палива на переїзди ПРМ. На їх основі узгоджуються техніко-технологічні параметри СЦ із потоком замовлень тракторів на виконання обслуговуючо-ремонтних робіт.

Висновки. З метою підвищення ефективності механізованих сільськогосподарських процесів шляхом визначено техніко-технологічні параметри сервісних центрів із врахуванням вимог до темпів виконання обслуговуючо-ремонтних робіт при певних агрометеорологічних умовах.

В роботі визначена допустима тривалість перебування СГТ в сфері ТОР, що дає змогу визначити умови, за якими виникають втрати врожаю від несвоєчасного виконання механізованої операції.

Розроблена статистична модель виконання механізованого процесу за “дощових” та “сухих” агрометеорологічних умов.

На основі запропонованої моделі віртуальної системи ТОР тракторів впродовж року стає можливим розраховувати функціональні показники системи технічного сервісу і узгодження її техніко-технологічні параметри із потоком замовлень тракторів на виконання обслуговуючо-ремонтних робіт.

Список літератури

1. Сидорчук О.В. Обоснование стратегии фирменного технического обслуживания энергонасыщенных тракторов / О.В.Сидорчук, В.Д. Войтюк// Доклады Междун. науч.-практ. конференции «Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса в АПК» Ч.1., Минск, 2009. – С 157–162.
2. Наукові основи інженерного менеджменту технічного сервісу рільництва /Сидорчук О.В., Сенчук С.Р. – Львів: Львівський ДАУ, 2001. – 172 с.
3. Інженерія машинних систем /Сидорчук О.В. – Київ: ННЦ «ІМЕСГ», 2007. – 263 с.
4. Сидорчук О.В. Визначення технологічно допустимої тривалості виконання обслуговуючо-ремонтних втручань при виконанні ґрунтообробно-посівних процесів / О.В. Сидорчук, В.Д. Войтюк // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків, 2012. – Вип. 112. – С. 188–197.
5. Луб П.М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / П. М. Луб. – Львів, 2006. – 20 с.

Valeriy Voytiuk

Head of the Department of Technical service in the name of N.P.Momotenko

Determination technical and technological characteristic of system of service center

The thesis is devoted to theoretical negotiation and solution of scientifically-applied problems of improving the efficiency of mechanized agricultural processes based on scientific studies and practical realization of improved system of machinery service adapted to the modern state of agricultural production, which it is characterized by a wide range of technical-technology parameters of its enterprises. The method and scientifically-methodical principles of defining of technological needs of agricultural production in energy saturated agricultural machinery are improved. The scientific and methodological basis are developed, the initial data are collected, the requirements of mechanized agricultural processes to the length of serving-repair works are modelled and defined, also the parameters of technical centres for their using according to tractors based on statistical imitation modelling.

agricultural machinery, technical service, mechanized agricultural processes

Одержано 07.11.13