

УДК 630.171.075.3

АНАЛІТИЧНА ФОРМАЛІЗАЦІЯ МЕТИ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Роговський І.Л., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Тел.: (044) 527-88-95

Анотація – в статті представлено результати щодо аналітичного опису формалізації мети системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин.

Ключові слова – адаптивність, мета, машина, технічне обслуговування.

Постановка проблеми. Розв'язання проблем ефективності функціонування системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин неможливе без відповідного наукового супроводу, який, за твердженням академіка НААН України і РАСГН Я.С. Гукова [1] та переконанням член-кореспондента НААН України М.В. Молодика [2], є недостатнім.

Аналіз останніх досліджень. За методологією член-кореспондента НААН України О.В. Сидорчука [3, 4] вирішення проблеми лежить в площині моделювання сервісної системи таких організаційно-технічних та технологічних умов, за яких сервіс є ефективним. При цьому теоретичні дослідження системи мають дати відповідь на два головні питання – як має змінюватися система залежно від рівня розвитку аграрного виробництва, а також – які параметри повинна мати як система обслуговчо-ремонтного сервісу, щоб виконувати відповідні втручання з мінімальними технологічно потрібними витратами ресурсів та капіталовкладеннями.

Однак визначення параметрів системи та її розвиток має відбуватись на основі чітко сформульованих наукових принципів: системності [4], предметно-технологічного підходу [3, 5], математичного моделювання [6], обґрунтування ризику [7], оптимізації та прогнозування [7]. І на переконання автора статті формалізацію мети самої системи.

Формулювання цілей статті. Зафіксувати положення аналітичного опису формалізації мети системи технічного

обслуговування сільськогосподарських машин.

Основна частина. У системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин є власна особлива місія, за якої ця система виходить за межі аграрного виробництва і безпосередньо впливає на проектування і виробництво самої продукції сільськогосподарського машинобудування (рис. 1) через множину альтернативних варіантів функціональних схем основної виробничої складової: $f = (f_1^s, f_2^s, \dots, f_n^s) \cup (f_1^p, f_2^p, \dots, f_k^p)$, де \cup – знак диз'юнкції (логіка “або”), а $f_1^s, f_2^s, \dots, f_n^s$ і $f_1^p, f_2^p, \dots, f_k^p$ – виробничі фактори.



Рис. 1. Вплив виробничих факторів на технічне обслуговування

Узагальнивши науковий досвід, нами сформульована ієрархічна система формування оцінки інтенсифікації технічного обслуговування сільськогосподарських машин (рис. 2). Ядром системи є узагальнюючий критерій надійність. Кожна підсистема має власні відмінності та особливості і взаємопов'язана з іншими. В цілому система є складною технічною системою, яка володіє властивостями асоціативності, рефлексивності, неоднорідності і емерджентності.

Природно-кліматичні: рельєф місцевості; міцність ґрунту; властивості ґрунту; висота над рівнем моря.

Агробіологічні – забур'яненість ґрунту, конфігурація поля.

Технічні: підготовка машин до роботи; режим технічного обслуговування; система відновлення деталей, режим зберігання; необхідна якість паливно-мастильних матеріалів, забезпечення запасними частинками; сертифікація техніки і послуг технічного сервісу.

Організаційно-виробничі: структура виробничих фондів; структура системи машин; об'єми робіт і завантаження; управління технічною експлуатацією; застосування оренди, підяду, лізингу; спільне використання техніки, оновлення машин, вибір технологічного комплексу, вибір параметрів процесу, використання часу зміни, режими технологічного обслуговування; способи руху машинно-тракторних агрегатів, швидкісний режим.

Соціологічні: охорона праці, організація праці, сертифікація виробництва, мотивація виробництва кінцевого продукту, інформаційне забезпечення, кадри та інфраструктура.

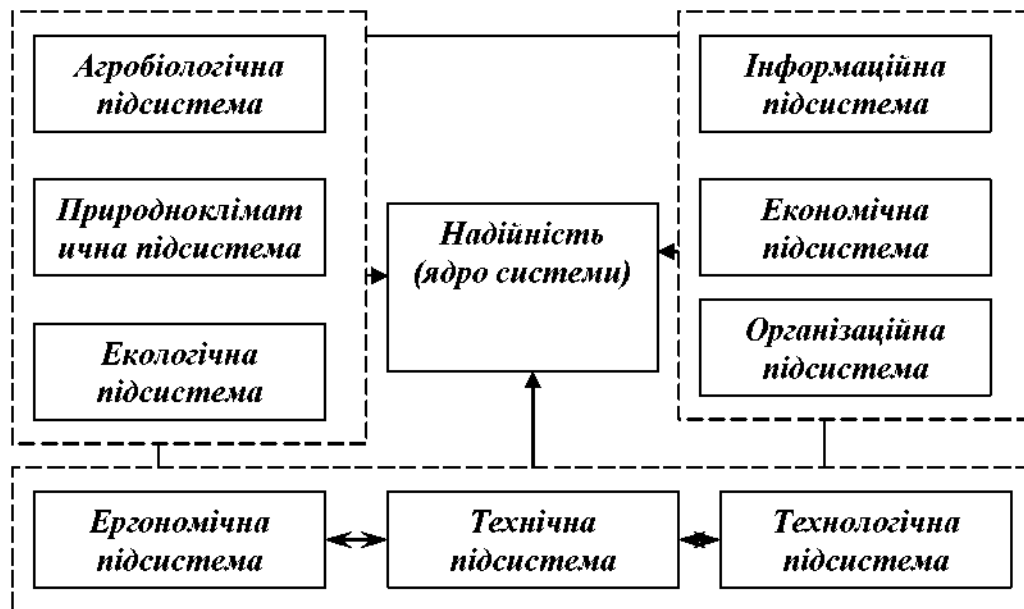


Рис. 2. Система оцінки інтенсифікації технічного обслуговування сільськогосподарських машин

В підсистемах об'єднано більше 60 факторів. Об'єктивно оцінити цю складну сукупність можливо лише шляхом багатокритеріальної оптимізації. Кваліметричною основою оцінки при значній кількості метрологічних і якісних критеріїв, які характеризуються розмінностями і фізичним змістом, є обґрунтування коефіцієнтів “домінування” або “бажаності” зі зміною їх від 0 до 1 з результуючим співставленням даних про довільне прийнятне рішення. Методика розрахунку коефіцієнтів розроблена в працях Р.Л. Кіні. Узагальнюючий критерій, розраховується за частними коефіцієнтами “домінування”, за якою запропоновано адаптованість технологій технічного обслуговування з уніфікованими і узагальненими процесами для машин всіх видів і марок на єдиній науково-методичній основі:

- підсистема типізації забезпечує виконання всіх видів технології з підтримання сільськогосподарських машин в роботоздатному стані з оптимальними затратами праці, часу, матеріалів, засобів і енергоресурсів;
- підсистема спеціалізації забезпечує виконання всіх видів технічного обслуговування машин, що експлуатуються у різних власників;
- операційні технології адаптують до процесу технічного обслуговування;

- підсистема параметричних рядів виконань за рахунок блочно-модульності і змінно-блочності, з врахуванням складності і різної покупної спроможності власника машин.

Враховуючи вищенаведене в узагальнюючому випадку надано формальну постановку задачі адаптованості вибору варіантів. Нехай маємо керовану стохастичну систему, для якої характерне таке:

- впливати на функціонування системи можливо лише в дискретні моменти часу t_n ($n=0, 1, \dots; t_n > t_{n-1}$);

- керований вплив $x[n]$ в момент часу t_n приймають значення із кінцевої множини $X=\{x^1, \dots, x^N\}$;

- кількість функціонування системи на проміжку часу $[t_{n-1}, t_n]$ в загальному випадку характеризується значення кількох випадкових величин показників системи $\xi_1[n], \dots, \xi_n[n]$.

Вибір значення $x[n-1]$ будемо трактувати як вибір відповідного варіанта функціонування керованої системи на черговому відрізку часу $[t_{n-1}, t_n]$, а множина X , як множина можливих варіантів.

Робимо припущення, що:

а) втрати $\xi_j[n]$ системи на проміжку часу $[t_{n-1}, t_n]$ залежать тільки від останнього варіанту $x[n-1]$, обраного в момент часу t_{n-1} :

$$\xi_j[n] = \xi_{jn}(x[n-1], w), \quad (j = \overline{1, m}); \quad (1)$$

б) для всіх $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, m}$ і $n = 1, 2, \dots$, $M\{\xi_{jn}(x^i, w)\} = V_j^i$, $M\{\xi_{jn}^2(x^i, w)\} \leq k < \infty$;

в) сукупності $\{x[k], \xi_{jk}(x^i, w) | k = \overline{0, n-1}, i = \overline{1, N}\}$ і $\{x[n], \xi_{jn}(x^i, w) | i = \overline{1, N}\}$, а також випадкова величина $\xi_{jn}(x^i, w)$ і сукупність $\{x[t], \xi_{jk}(x^i, w) | t = \overline{0, n}, k = \overline{0, n-1}\}$ не залежні при всіх $n = 1, 2, \dots$, $j = \overline{1, m}$, $i = \overline{1, N}$;

г) всі випадкові процеси і величини, що задані в деякому повному ймовірнісному просторі (Ω, Φ, P) , де (Ω, Φ) - вимірюваний простір, який складається із множини (Ω) елементарних подій (w) і визначеною на ній (σ) -алгебри (Φ) , а (P) - ймовірнісна міра, що визначена на (Φ) . Залежність випадкової величини від (w) для зручності знехтували.

$$\text{Величина} \quad \Phi_j[n] = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_j[k] \quad (2)$$

є середніми втратами на j -ому показнику. При цьому сукупність величин $\{\Phi_j[n], (j = \overline{1, m})\}$ характеризує якість послідовності $x[0], \dots, x[n-1]$ варіантів, обраних на перших n кроках. Будемо розглядати також системи, для яких метою оптимізації є забезпечення виконання з ймовірністю одиниця деякої заданої умови на величини $\lim_{n \rightarrow \infty} \overline{\Phi_j[n]}$:

$$\left\{ \lim_{n \rightarrow \infty} \overline{\Phi_i[n]}, \dots, \lim_{n \rightarrow \infty} \overline{\Phi_m[n]} \right\} \rightarrow \underset{\{x[n]\}}{\text{opt.}} \quad (3)$$

В кожній конкретній задачі ця мета може бути різною.

У такому випадку, коли величина V_j^i і мета оптимізації (3) повністю відомі, існує принципова можливість визначення оптимальної послідовності варіантів $\{x^*[n]\}$ до початку функціонування системи (робиться припущення, що $\{x^*[n]\}$ існує). Якщо ж в задачі (1)-(3) присутня невизначеність, яка може виразитись в неповному знанні як величин V_j^i , так і мети (3), тоді можливість визначення відсутня. Ось тоді і настає задача адаптивного вибору варіантів, яка закладається в тому, що в процесі функціонування системи на основі спостережень значень втрат $\xi_j[n]$ необхідно визначити правило, або спосіб формування оптимальної послідовності варіантів $\{x^*[n]\}$, що б забезпечили досягнення мети (3).

Можливо довести, що при виконання адаптивного вибору для довільної послідовності $\{x[n]\}$ з ймовірністю одиниця спостерігається стохастичний вектор

$$p \in S^N = \left\{ p \in \{p_1, \dots, p_j\} \left| \sum_{i=1}^N p_i = 1, p_j \neq 0, \{j = \overline{1, N}\} \right. \right\}, \quad (4)$$

для якого

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \Phi_j[n] = \sum_{i=1}^N p_i V_j^i = V_j(p), \quad (j = \overline{1, m}). \quad (5)$$

За виразами (1) – (5) можемо, констатувати, що в якості оптимальної послідовності параметрів необхідно прийняти послідовність незалежних випадкових величин $\{x^*[n]\}$, які задовольняють умові

$$P\{x^*[n] = x^i\} = p_i^*, \quad (i = \overline{1, N}; n = 0, 1, \dots), \quad (6)$$

де $p \in S^N$ – рішення наступної задачі оптимізації

$$\{V_1(p), \dots, V_m(p)\} \rightarrow \underset{p \in S^N}{\text{opt}}. \quad (7)$$

З причини наявності апріорної невизначеності величини V_j^i , і відповідно p_i^* невідомі, тому формування послідовності $\{x^*[n]\}$ на основі умови (6) ускладнено. Як можливе рішення, використання спостережень значень втрат $\xi_j[n]$ в процесі роботи системи формування послідовності стохастичних векторів $p[n]$, яка сходиться при $n \rightarrow \infty$ (в ймовірнісному змісті) з вектором p_i^* , а вибір варіанта $x[n]$ здійснювати випадковим чином у відповідності з умовою

$$P\{x[n] = x^i | x[k], \xi_j[k+1], (k = \overline{0, n-1}; j = \overline{1, m})\} = p_i[n], \quad (i = \overline{1, N}) \quad (8)$$

Такий вибір (8) виконується за допомогою метода датчика випадкових чисел, що рівномірно розподілені на відрізку $[0, 1]$. Оскільки при розгляді конкретних задач, сходимість послідовності $\{p[n]\}$ в точку p^* забезпечує мету (3).

Використання рандомізованої стратегії вибору при рішенні задач адаптивного вибору варіантів технічного обслуговування є наслідком складання виразу (5). Відмітимо, що рандомізації є зручним керуванням механізмів перебору варіантів, які необхідні з причини параметрів

стохастичності, і створює можливість адекватної оцінки дискретної величини X . Крім того, адаптивність дозволяє надати визначеного змісту задачам оптимізації і підвищити ефективність рішення в задачах оптимізації при наявності додаткових обмежень.

Описані задачі адаптивного вибору варіантів у випадку стаціонарності випадкових величин, що є її складовою, і процесів виконується через рішення виразу (7). Конкретний зміст мети оптимізації opt в (7) може бути вибраний в залежності від конкретних умов застосування системи технічного обслуговування. Так, при $m=1$ (7) означає, як правило, мінімізацію V , за $p \in S^N$. Якщо $m \geq 2$ і мета opt апріорі визначена не в повній мірі, тоді ми маємо справу з однією із задач векторної оптимізації, методи рішення якої в останній час інтенсивно розвиваються. Деякі з цих методів зводяться до попереднього визначення точного змісту мети оптимізації opt на основі додаткових досліджень засобами скаляризації або звертування з наступним рішенням отриманих задач. При цьому задача векторної оптимізації може конкретизуватись в задачі як з обмеженнями так і без них.

В подальших дослідженнях нами розглядаються лише ті випадки, коли мета оптимізації (7) визначена повністю. При цьому основний акцент надається найбільш поширеним задачам мінімізації, як при наявності додаткових обмежень, так і без них, а також задачі пошуку точки рівноваги по Нешу.

Висновок. Для запровадження адаптивного виробу рішень системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин необхідно мати чітко поставлену мету, яка може бути описана і теоретичними методами. Актуальності набувають проблеми оперативного прийняття рішень при технічному обслуговуванні через аналіз та оцінювання надійності при різних умовах експлуатації.

Література

1. *Гуков Я.С.* Наукове забезпечення формування державної політики стосовно відтворення та оновлення матеріально-технічної бази агропромислових підприємств / *Я.С. Гуков* // *Механізація та електрифікація сільського господарства*. – 2008. – Вип. 92. – С. 13–25.
2. *Молодик М.В.* Організаційно-економічне удосконалення системи технічного сервісу в АПК України / *М.В. Молодик, Б.Г. Харченко* // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 77. – С. 96–103.
3. *Сидорчук О.* Наукові завдання розвитку сільськогосподарського машинобудування в Україні / *О. Сидорчук, В. Саченко* // *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження*. – Дубляни: ЛНАУ, 2008. – Вип. 12. – Т. 2. – С. 5–10.

4. Сидорчук О. Удосконалення алгоритму автоматизованого проектного розрахунку технологічних ліній розбирання-складання / О.Сидорчук, Р.Кузьмінський // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України / УкрНДІПВТ. – Дослідницьке, 2008. – Вип. 12 (26). – С. 337–342.
5. Кравчук В.І. Окремі аспекти досліджень технічного забезпечення АПК / В.І. Кравчук // Техніка АПК. – 2008. – №3–4. – С. 6–7.
6. Бойко А.І. Системні методи забезпечення надійності комплексів машин та обладнання / Бойко А.І., Новицький А.В., Карабиньови С.С. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – Вип. 37. – С. 305–310.
7. Сидорчук О. Концепція управління проектом технічного обслуговування тракторів / О. Сидорчук, М. Семерак, Р. Кузьмінський, Я. Шолудько, Р. Барабаш // Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Дубляни: ЛНАУ, 2008. – Вип. 12.– Т. 1. – С. 16–21.
8. Роговський І.Л. Технічні вимоги до гарантійного технічного обслуговування сільськогосподарських машин / І.Л. Роговський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К.– 2010. – Вип. 144. – Ч. 3. – С. 286–291.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЦЕЛИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Роговский И.Л.

Аннотація – в статті представлені результати аналітичного описання формалізації цілі системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин.

ANALYTICAL FORMALIZATION OF THE PURPOSE OF THE SYSTEM OF MAINTENANCE SERVICE OF AGRICULTURAL MACHINES

I. Rogovskiy

Summary

Results of the analytical description of formalisation of the purpose of the system of maintenance service of agricultural machiner are presented in the paper.