

МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ПОТРЕБИ В МОБІЛЬНИХ ЗАСОБАХ ТЕХОБСЛУГОВУВАННЯ ЛІСОВИХ МЕЗ

*Л.Л. Тімова, аспірантка**

І.Л. Роговський, кандидат технічних наук

В статті представлено результати щодо методичних положень опису математичної моделі забезпечення потреби в засобах технічного обслуговування лісових МЕЗ.

Засіб, технічне обслуговування, лісовий МЕЗ.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день – принципи функціонування техобслуговуючих форм обладнання лісового комплексу: безмонополність, творче підприємництво, висока продуктивність, малозатратність – є лише добрими намірами, які потрібно ще запровадити за певних організаційно-технічних і правових умов.

Аналіз останніх досліджень. Вважаємо, що технічне обслуговування і усунення несправностей парку обладнання підприємства лісового комплексу відбувається мобільним засобом. Можливо вважати, що виникнення потреби на засобі носить випадковий характер [1].

Якщо потреба виникає в момент, коли мобільний засіб зайнятий виконанням інших потреб, які виникли раніше, то технічне обслуговування виконується з деяким запізненням. Величина запізнення залежить від характеру потреби і від конкретної виробничої ситуації. Відмови, що виникли в процесі експлуатації обладнання і спричиняють втрату працездатності, повинні бути усунені в першу чергу. Відмови, які спричиняють втрату справного стану обладнання, усуваються тоді, коли будуть усунені несправності, що пов'язані з втратою працездатності, але перед заходами технічного обслуговування.

З другої сторони, в наслідок випадкового характеру виникнення відмов має місце простій мобільного засобу, так як зразу після усунення чергової несправності неможливо гарантувати наявність нової потреби на технічне обслуговування і усунення несправностей. Затримки в очікуванні обслуговування, як і простій мобільного засобу, можна оцінити визначеними затратами.

*Науковий керівник – кандидат технічних наук І.Л. Роговський

Існуючі методи розрахунку загальної організації техобслуговування [1] не враховують напрямок і вид діяльності лісового господарства [2], технології і термінів виробництва продукції лісового комплексу не можливо визначити об'єми робіт з ТО в розрізі календарних термінів, і, як наслідок, фактичної потреби в робочій силі для конкретного господарства [3]. Існуючі методи підбора матеріально-технічної бази з технічного обслуговування для визначеного господарства базуються лише на кількісному складі обладнання даного господарства [4]. При цьому не враховується дійсна потреба в обладнанні господарств в залежності від конкретних умов виробництва та перспективної стратегії його економічної діяльності. Затрати мають протилежні тенденції при збільшенні кількості мобільних засобів: затрати, що пов'язані з очікуванням початку обслуговування зменшуються, а затрати, що викликані простоем мобільного засобу, збільшуються (коефіцієнт їх використання зменшується).

Мета досліджень. Вбачається за доцільне визначити оптимальну потребу в мобільних засобах визначеного типу (комплектування), при якій сума затрат на утримання цих засобів і затрат, що пов'язані з простоем обладнання лісового комплексу в очікуванні обслуговування, будуть мінімальними. Інколи бажано також вибрати оптимальний тип мобільного засобу із декількох технологічно застосованих.

Результати досліджень. Описану вище ціль зобразимо моделлю масового обслуговування із такою конкретизацією загальних понять:

- джерело потреб – парк обладнання лісового комплексу, який експлуатується в лісовому господарстві для виробництва (виращування) продукції;
- потреба на обслуговування – потреба в усуненні відмов і проведенні технічного обслуговування;
- канал обслуговування – мобільний засіб.

Так як обслуговуванню підлягає значна кількість обладнання (трелювальні машини, плуги, садильні машини, трактори, автомобілі, деревообробні верстати тощо), то виправдано застосовувати відкриту систему масового обслуговування, яку називають також системою з необмеженими джерелами потреб). Тому припустити, що потреби на усунення відмов виникають в випадковий момент часу (тривалість інтервалу між виникненням двох потреб – показниково розподілена випадкова величина). Крім того припускається, що робочий час мобільного засобу наближено співпадає з робочим часом обладнання, які обслуговуються (потреби виникають тільки в цей період).

З можливих дисциплін обслуговування приймемо відносний пріоритет, який характеризується тим, що кожне вже почате виконання заказу на ремонт завершується повністю. Тільки після звільнення мобільного засобу вибирається з черги наступні пріоритетні потреби.

Обслуговування прийнято однофазним з паралельними однорідними каналами, тобто одна потреба забезпечується одним мобільним засобом.

Тривалість усунення однієї відмови – випадкова величина. Обслуговування включає переїзд мобільного засобу до місця експлуатації обладнання. Тип розподілення тривалості обслуговування залежить від розташування експлуатуємого обладнання по ділянкам лісового господарства та інтенсивності відмов конструктивних елементів цього обладнання.

Вказана система відрізняється від відкритої системи масового обслуговування з очікуванням в основному по двом властивостям: розподілення тривалості обслуговування не завжди підчиняється показниковому закону; деякі потреби характеризуються відносним пріоритетом.

Вихідні дані. Попередньо вкажемо що величини, які відносяться тільки до пріоритетних і непраіоритетних потреб, позначимо, відповідно, індексами 1 і 2. Введемо такі параметри, які є вихідними даними, або визначаються на їх основі: t_1, t_2 – середня тривалість інтервалу між виникненням двох потреб; τ_1, τ_2 – середня тривалість обслуговування однієї потреби; $v(t)$ – коефіцієнт варіації тривалості обслуговування (відношення середнього квадратичного відхилення до середнього значення даної випадкової величини); ρ_1, ρ_2, ρ – завантаження, яке вказує на середню кількість повністю в часі зайнятих мобільних засобів і яка в нашій моделі рівна також середній кількості одночасно обслуговуємих потреб (завантаження визначається таким співвідношенням: $\rho_1 = \frac{\tau_1}{t_1}$; $\rho_2 = \frac{\tau_2}{t_2}$; $\rho = \rho_1 + \rho_2$); S – кількість каналів обслуговування мобільних засобом. Для того, щоб мобільний засіб міг задовольнити всі потреби на обслуговування, повинно бути виконано умову $S > \rho$.

Введемо показники питомих затрат: C_τ – питома вартість використання мобільного засобу, грн/годин (передбачається, що ця частина затрат однакова для пріоритетних і непраіоритетних потреб); C_f – середня величина вартості однієї години простою мобільного засобу, грн/годин; C_1, C_2 – збитки за одну годину простою обладнання від втрати продукції через порушення оптимальних агротехнічних термінів робіт в зв'язку з простоями, відповідно, пріоритетних і непраіоритетних потреб.

Введемо також такі операційні характеристики, спосіб знаходження яких буде описано нижче: $L_1(S)$, $L_2(S)$, $L(S)$ – середня довжина (середня чисельність потреб, які очікують початку обслуговування); $T_1(S)$, $T_2(S)$ – середній час очікування однієї потреби в черзі, включаючи потреби, яким не прийшлося очікувати початку обслуговування.

Функції мети. Критерієм оптимальності є середня величина сумарних затрат, які виникають в зв'язку з процесом обслуговування на протязі одиниці часу роботи системи. Цю величину будемо мінімізувати. Можна припустити, що затрати прямо пропорційні тривалості даного стану, при чому коефіцієнтом пропорційності є відповідні питомі затрати. В середньому одночасно зайняті обслуговуванням ρ мобільних засобів, інші в кількості $S - \rho$ простоюють. Одночасно виконується в середньому ρ_1 пріоритетних обслуговувань; сума тривалості обслуговування пріоритетних потреб в черзі представляє $L_1(S)$ одиниць часу на протязі одиниці робочого часу (аналогічно для непріоритетних потреб).

Цільовою функцією, значення якої позначимо символом $z(S)$ і названою повною, можна визначити з виразу:

$$z(S) = \rho \cdot C_\tau + (S - \rho) \cdot C_f + L_1(S) \cdot C_1 + L_2(S) \cdot C_2. \quad (1)$$

Вираз для операційних характеристик. Символом $L(S, \rho)$ позначимо середню довжину черги для відкритої системи масового обслуговування $M/M/S$ з очікуванням. Ця величина, яка залежить від кількості каналів S і від завантаження ρ , обчислюється за загальновідомою формулою:

$$L(S, \rho) = \frac{\rho^{S+1} \cdot P_0}{(S - \rho)^2 \cdot (S - 1)!}; \quad (S > \rho), \quad (2)$$

при чому допоміжна величина P_0 визначається за відношенням:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^{S-1} \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^S}{(S - \rho) \cdot (S - 1)!}}. \quad (3)$$

Значення функції $L(S, \rho)$ (в межах від 0,1 до 10) можна з достатньою для практики точністю визначити за номограмою [2].

Апроксимацію середньої довжини черги для системи з довільним розподіленням тривалості обслуговування представляємо за формулою:

$$L(S) \approx \frac{1 + [v(\tau)]^2}{2} \cdot L(S, \rho). \quad (3)$$

Середнє значення довжини черги пріоритетних і непріоритетних потреб отримуються після знаходження значення $L(S)$ за формулою (4.16) із співвідношень:

$$L_1(S) = \frac{\rho_1 \cdot (S - \rho)}{\rho \cdot (S - \rho_1)} \cdot L(S); \quad (4)$$

$$L_2(S) = L(S) - L_1(S). \quad (5)$$

Середній час очікування тісно пов'язаний з середньою довжиною черги простим співвідношенням, яке виводиться в [2]:

$$T_1(S) = t_1 \cdot L_1(S); \quad (6)$$

$$T_2(S) = t_2 \cdot L_2(S). \quad (7)$$

Визначення оптимальної кількості мобільних засобів. При оптимізації застосовуємо спрощену цільову функцію, значення якої можна позначити символом $z'(S)$. Ця функція містить тільки ті члени повної функції $z(S)$, які залежать від величини S , що оптимізується:

$$z'(S) = S \cdot C_f + L_1(S) \cdot C_1 + L_2(S) \cdot C_2. \quad (8)$$

Різниця $z(S) - z'(S) = \rho \cdot (C_\tau - C_f)$ має однакові значення для будь-якої кількості $S > \rho$ мобільних засобів. Тобто, функції (1) і (8) приймають мінімальні значення при тій же кількості мобільних засобів, яке позначимо символом S^{opt} .

Оптимальну кількість мобільних засобів можна визначити методом перебору. В першу чергу визначається мінімально допустима кількість S_{min} мобільних засобів, яка рівна ближчому цілому числу, що перевищує завантаження. Величина S_{min} задовольняє умову:

$$\rho = S_{min} \leq \rho + 1. \quad (9)$$

Для $S = S_{min}$ визначимо значення $z'(S)$ за виразом (8). величини $L_1(S)$ і $L_2(S)$ визначаються за формулами (4) і (5) із застосуванням апроксимації (3); необхідне значення $L(S, \rho)$ за виразом (2) визначається за номограмою [2]. Потім кількість мобільних засобів збільшується на одиницю і розрахунок $z'(S)$ повторюється. Збільшення S продовжується до тих пір, поки затрати зменшуються. Якщо виходить $z'(S+1) > z'(S)$, то розрахунок припиняється. Оптимальна кількість S^{opt} відповідає мінімуму функції $z'(S)$. У винятковому випадку, якщо $z'(S) = z'(S+1)$, існують два альтернативні варіанти рішення: $S^{opt} = S_{min}$ і $S^{opt} = S_{min} + 1$.

Якщо вже після першого кроку розрахунку отримуємо $z'(S+1) > z'(S)$, тоді оптимумом є $S^{opt} = S_{min}$. Інколи можна закінчити процес збільшення S вже при $z'(S-1) < z'(S)$, якщо без обчислення значення $z'(S+1)$ вже очевидно, що $z'(S+1) > z'(S)$. Достатньою умовою для цього є виконання на деякому кроці нерівності:

$$L_1(S) \cdot C_1 + L_2(S) \cdot C_2 < C_f. \quad (10)$$

Тоді величина затрат C_f на утримання додаткового $(S+1)$ -го мобільного засобу буде більшою за суму затрат на очікування потреб при S мобільних засобах. Навіть при $L_1(S) \cdot C_1 = L_2(S+1) = 0$ (якщо добавлення засобів усунуло всі очікування) був би варіант з $(S+1)$ мобільних засобів не вигідним.

Визначення питомих затрат C_1 і C_2 на практиці буває за часту доволі наближеним, тому відношення C_1/C_2 в багатьох випадках можна оцінити з більшою достовірністю.

Перевірка чутливості отриманого оптимуму S^{opt} на зміну цих затрат обумовлена тим, що визначена чисельність кількість мобільних засобів є оптимум деякого діапазону значень C_1 і C_2 .

Символом $C_2(S, S+1)$ позначимо граничне значення величини C_2 , при якому оптимум є одночасно як S , так і $S+1$ мобільних засобів. Припустимо, що відношення C_1/C_2 було оцінено. Після підставлення формули $\rho_1 = \frac{\tau_1}{t_1}$; $\rho_2 = \frac{\tau_2}{t_2}$; $\rho = \rho_1 + \rho_2$ в рівність $z'(S) = z'(S+1)$ цю величину можна виразити таким чином:

$$C_2(S, S+1) = - \frac{C_f}{\frac{C_1}{C_2} \cdot L_1(S) - L_1(S+1) + L_2(S) - L_2(S+1)}. \quad (11)$$

Отриману вище S^{opt} і залишається оптимумом для всіх значень C_2 в межах $C_2(S^{opt}-1, S^{opt})$ до $C_2(S^{opt}, S^{opt}+1)$, припускаючи $C_1/C_2 = const$ (при $S^{opt} = S_{min}$ нижня межа є нульовою). Якщо цей діапазон широкий і якщо загальна оцінка значення C_2 знаходиться не дуже близько до однієї із вказаної межі, то далі уточняти оцінку C_2 нема потреби. Аналогічним чином можна визначити граничне значення $C_1(S, S+1)$ величини C_1 ; в дійсності $C_1(S, S+1) = C_2(S, S+1) \cdot C_1/C_2$.

Висновки. Основою для створення системи технічного обслуговування обладнання лісового комплексу є методи спеціалізованого технічного обслуговування машин, які враховують конкретні умови лісгосподарського виробництва із застосуванням мобільних засобів; перебудова діючої матеріально-технічної бази підприємств; забезпеченням товаровиробника технічними послугами в системі "придбання – експлуатація – техобслуговування"; вибір виконавця техобслуговування відбувається виходячи з його технічних можливостей і фінансових власника обладнання, а

запропоновані математичні моделі розрахунку потреби в мобільних засобах дозволяють раціонально їх запровадити.

Список літератури

1. *Тимова Л.Л.* Методи технічного обслуговування лісових машин / *Л.Л. Тимова, І.Л. Rogovskiy* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2014. – Вип. 155. – С. 132–137.
2. *Система* технічного обслуговування обладнання лісового комплексу. Звіт про НДР (заключний) / Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № держ. реєстр. 0107U012058. № держ. обл. 0209U002599. – К., 2008. – 119 с.
3. *Rogovskiy І.Л.* Класифікація технологічних процесів техсервісу обладнання лісового комплексу / *І.Л. Rogovskiy* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 76. – Т. 1. – С. 136–142.
4. *Плешков А.С.* Концептуальність решений техсервісних задач в лесном хозяйстве / *А.С. Плешков*. – Санкт-Петербург: Гладь, 2010. – 240 с.

В статье представлены результаты по методических положений описания математической модели обеспечения потребности в средствах технического обслуживания лесных МЭС.

Средство, техническое обслуживание, лесной МЭС.

The paper presents results on methodological regulations describing mathematical models of equipment needed to ensure maintenance of forest MEM.

Means, technical maintenance, forest MEM.

УДК 657.1.002

СТІЙКІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МЕЗ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

М.В. Панфілова, інженер

В статті розглянуто результати випробування сільськогосподарських транспортних засобів з охорони праці.

Засіб, праця, випробування.

© М.В. Панфілова, 2014