УДК 631.3.004

ОПИСАННЯ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ МАШИН

Сушко О.В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел. (061) 42-13-54

Анотація **– в статті зроблений огляд та описання імітаційних моделей, які використовуються для дослідження системи технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарських машин і їх складових частин з метою подальшої розробки імітаційної моделі та прогнозування ресурсу двигунів, працюючих на біопаливі.**

Ключові слова **– імітаційні моделі, прогнозування, параметр, ресурс, методи побудови моделей прогнозування.**

Постановка проблеми. При рішенні енергетичної та продовольчої безпеки багатьох країн (у тому числі й України) суттєву роль у сучасний час відіграє біоенергетика. Виробництво біодизельного палива та все більше його використання для мобільної техніки вимагає більш детального вивчення процесів, які відбуваються при роботі двигунів на біопаливі, особливостей впливу його на роботу та зношуваність деталей та вузлів, а також на питання прогнозування ресурсу біодизелів і в цілому мобільної техніки, яка працює на біодизелях.

Аналіз останніх досліджень. Визначення техніко-економічних характеристик практичного застосування будь-якої стратегії постановки машин в ремонт може бути здійснено декількома шляхами. Найбільш достовірним, вочевидь, є прямий натурний експеримент. Однак, в реальних умовах експлуатації сільськогосподарської техніки такий експеримент у повному обсязі провести дуже складно, так як для цього знадобиться час, порівняний зі строком служби тракторів, та значні витрати на збирання усієї необхідної первинної інформації по відмовам та витратам на ремонт. Є й принципове обмеження: в умовах реального сільськогосподарського виробництва неможливо отримати «чисту» стратегію призначення ремонту, тому що внаслідок впливу багатьох різноманітних факторів завжди фактично має місце змішана дисципліна обслуговування ремонтними роботами.

Можливий інший шлях вирішення вказаної задачі – аналітичний. Для визначення техніко-економічних характеристик стратегії ремонту за фактичним станом необхідно здійснити усереднення як за множиною різних технічних станів кожного агрегату, так і за множиною машин та їх складових частин, що вимагає використовувати апарат багатократних інтегралів. Записати їх у вигляді елементарних функцій не завжди вдається, тому

доводиться вести розрахунки численними методами, серед яких найбільш доступним і зручним є метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло). У такому разі доцільніше використовувати цей метод для побудови імітаційної моделі, в якій наводяться як процеси зміни технічного стану агрегатів та вузлів машини за весь строк служби, так і процес обслуговування її ремонтними роботами згідно зі стратегією, яку необхідно перевірити.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є аналіз методів та імітаційних моделей, які використовуються для дослідження системи технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарських машин та їх складових частин з метою побудови імітаційної моделі процесу технічної експлуатації мобільної техніки, яка працює на біопаливі.

Основна частина. Отже, метод Монте-Карло є апаратом, який найбільш підходить для дослідження техніко-економічної ефективності будь якої дисципліни постановки машини в ремонт та порівняння різних стратегій між собою.

Вже довгий час метод статистичних випробувань на ЕОМ широко використовується в інженерній практиці для рішення різноманітних задач, які не вдається виконати іншими способами [1]. Основна перевага методу, як вважає Н.П.Бусленко [2], полягає в можливості врахування багатьох випадкових факторів, характерних для більшості реальних складних систем. Багато дослідників, у тому числі і закордонні [3,4,5], використовують цей потужний апарат для оптимізації системи технічного обслуговування та ремонту. Однак методу статистичного моделювання притаманні й деякі недоліки. Важливіший з них – відсутність універсальності, тобто для кожної конкретної задачі звичайно приходиться розробляти як схему алгоритму, так і програму, яка її реалізує. Розглянемо основні відомі моделі з тим, щоби встановити, які загальні підходи та принципи можливо застосувати при розробці імітаційної моделі, призначеної для рішення задач даного дослідження.

В [6] розроблена імітаційна модель, у якій досить детально наводяться етапи обслуговування машин ремонтними роботами. Однак, в цій роботі етап діагностування враховується шляхом розглядання величини ресурсу агрегату на підставі відомої функції його розподілу, а процес зміни діагностичного параметра при цьому не моделюється. Крім того, у розглянутій моделі не забезпечена можливість відтворити попереджувальний ремонт або додаткове діагностування агрегату при закінченні призначеного йому залишкового ресурсу. Вказані фактори не дозволяють використовувати розглянуту модель для вирішення задач визначення залишкового ресурсу та виду ремонту агрегату чи трактора.

В роботах [3,7,8] метод статистичних випробувань використаний для оптимізації припустимих відхилень параметрів технічного стану та відповідних значень міжконтрольного напрацювання. В цих моделях наведений випадковий процес зміни діагностичного параметру за формулою:

$$u_{ij} = V_i \left(\sum_{j=1}^{m} t_{ij} \right)^{\alpha} + Z_{ij},$$

де u_{ij} – зміна діагностичного параметра у i- тій реалізації $\left(i = \overline{1,N}\right)$ в j-тий момент контролю $\left(j = \overline{1,m}\right)$;

V_i – показник швидкості зміни параметру i-тої реалізації;

t_{ij} – напрацювання протягом j-го міжконтрольного інтервалу;

Z_{ij} – відхилення параметру від гладкої кривої.

У залежності від задач дослідження випадковими величинами тут є змінні V_i, t_{ij}, Z_{ij}. Наведення випадкової величини V_i здійснюється чи на підставі функції її розподілу [7], чи на основі функції розподілу ресурсів по параметру [8]. Останній варіант є більш зручним, так як при обробці статистичного матеріалу отримують частіш за все показники насамперед цього розподілу – середній ресурс по параметру, його коефіцієнт варіації та іноді показник зсуву. В [7,8] випадковий процес $Z(t)$ наводиться як випадкова величина Z_{ij} в момент t_{ij} на підставі нормальної функції розподілу з наступними характеристиками:

$$M[Z(t)] = 0;\ D[Z(t)] = \sigma_z^2;\ K[Z(t_1), Z(t_2)] = 0.$$

У зв'язку з цим при моделюванні зростаючого процесу досить часто виникають ситуації, коли наступне значення параметра менше попереднього, оскільки величини Z_{ij}, Z_{ij+1} ніяк не пов'язані між собою. Щоб процес зношування був монотонно неубутним, в [8] уведений штучний прийом: в процесі статистичного моделювання використовують тільки значення Z_{ij}, які забезпечують виконання вказаної вимоги. Однак, значно більш доцільним є застосування алгоритму наведення корельованих випадкових величин, який наведений у фундаментальній роботі [1].

Приблизно аналогічна модель використана в [9] для порівняння різних методів прогнозування та вибору найбільш придатної функції, яка аппроксимує математичне очікування процесу зміни параметра. До недавнього часу вельми складною задачею було отримання великих масивів випадкових чисел. У теперішній час найдоступнішим методом є використання спеціальних програм, які забезпечують отримання послідовності псевдовипадкових чисел заданої довжини. Наприклад, апробована програма розрахунку рівномірно розподілених випадкових чисел наведена в [10].

Висновки. Короткий аналіз відомих імітаційних моделей показав необхідність розробки спеціальної моделі для вирішення задач даного дослідження. При цьому слід врахувати ряд досягнень та методів, які наведені в роботах [6, 8, 9].

Література.

1. Бусленко Н.П., Шрейдер Ю.А. Метод статистических испытаний. – М.: Физматгиз, 1961. – 226 с.

2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1968. – 356 с.

3. Гольтшальк Е., Кубайн И. Применение метода Монте - Карло для определения оптимальной стратегии ремонта. Перевод с нем. №2947. – М.: ОНТИ ГОСНИТИ, 1972. – 18 с.

4. Новотный Ф. Математическое моделирование процесса выхода из строя тракторов. Перевод с чешск. № А -86916. – М.: 1979.- 31 с.

5. Kumamoto H., Tanaka K., Jnoue K., Henley E. Dagger-sampling Monte-Carlo for System Unavailability Evaluation. – IEEE «Transactions of Reliability», 1980, A-29, №2, p. 122-125.

6. Богатов О.А., Гальперин А.С., Либов Л.С., Шишков И.В. Определение потребности в ремонте при различных стратегиях его проведения. – Труды ГОСНИТИ, 1974. т.39, с. 30-39.

7. Сельцер А.А. Прогнозирование безотказности и определение допустимых изменений параметров состояния элементов тракторов. Дис. канд. техн. наук. – М.: 1975. – 204 с.

8. Зайцев С.Д. Дослідження впливу основних факторів режимів регулювання на показники ремонтопридатності машин (на прикладі тракторів ДТ-75, ДТ-75М, МТЗ-80 та МТЗ-82). Автореф. дис. канд. техн. наук. – М.: 1990. – 22с.

9. Сушко О.В. Підвищення ефективності ремонту дизелів транспортних засобів оптимізацією ремонтно-обслуговуючих дій. Дис. канд. техн. наук. – К.: 2007. – 167с.

10. Збірник наукових програм для ЕОМ. Вип.1. Статистика. – К.: Статистика, 2002. – 315 с.

ОПИСАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТО И РЕМОНТА МАШИН

О. Сушко

***Аннотация* – в статье представлен обзор и описание имитационных моделей, используемых для исследования системы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и их агрегатов с целью дальнейшей разработки имитационной модели и прогнозирования ресурса двигателей, работающих на биотопливе.**

DESCRIPTION OF SIMULATION MODEL USED FOR THE SYSTEM TO STUDY AND REPAIR OF MACHINES

O. Sushko

Summary

The article provides an overview and description of the simulation models used to study the system of maintenance and repair of agricultural machinery and their units in order to further develop the simulation model and predict resource engines running on bio-fuels.