

УДК 674.093.4

Студ. Е. А. Астахов

Науч. рук. к.т.н., Е. А. Леонов

(кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок, БГТУ)

Науч. рук. к.ф.-м.н., В. В. Игнатенко

(кафедра высшей математики, БГТУ)

МОДЕЛЬ РАБОТЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

При управлении технологическими процессами, выборе параметров оборудования важной задачей является оценка и влияние надежности на работу систем. Рассмотрим разработку математической модели лесопромышленного оборудования с учетом технических отказов [1]. Для нее характерны следующие состояния: S_0 – установка исправна, но не производит раскряжевку хлыстов из-за их отсутствия (свободное состояние); S_1 – установка осуществляет раскряжевку хлыстов (рабочее состояние); S_2 – установка в состоянии технического отказа. Схема состояния системы дана на рис. 1.

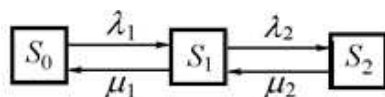


Рисунок 1- Размеченный граф состояний лесопромышленного оборудования с учетом его технических отказов

В самой модели имеют место два типа потоков: поток древесины и поток отказов оборудования. Приоритетом пользуется поток отказов, т. к. при их наступлении они «обрабатываются» в первую очередь.

Из свободного состояния S_0 в рабочее S_1 систему переводит поток хлыстов с интенсивностью λ_1 . Обрато перевод осуществляется посредством потока обработки хлыстов с интенсивности μ_1 .

При наступлении технического отказа система перейдет из состояния S_1 в состояние S_2 под действием потока отказов с интенсивностью λ_2 . После выполнения ремонта система возвращается в состояние обработки хлыста S_1 с интенсивностью μ_2 .

Модель функционирования системы записывается, с помощью уравнений Колмогорова:

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -\lambda_1 P_0 + \mu_1 P_1, \\ \frac{dP_1}{dt} = -(\mu_1 + \lambda_2) P_1 + \lambda_1 P_0 + \mu_2 P_2, \\ \frac{dP_2}{dt} = -\mu_2 P_2 + \lambda_2 P_1, \\ P_0 + P_1 + P_2 = 1. \end{cases}$$

При условии стационарного режима для предельных вероятностей система дифференциальных уравнений преобразуется в систему алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 0 = -\lambda_1 P_0 + \mu_1 P_1, \\ 0 = -(\mu_1 + \lambda_2) P_1 + \lambda_1 P_0 + \mu_2 P_2, \\ 0 = -\mu_2 P_2 + \lambda_2 P_1, \\ P_0 + P_1 + P_2 = 1. \end{cases}$$

Решая систему уравнений относительно вероятностей состояний P_0, P_1, P_2 , получим выражения для расчета режимов работы установки:

$$P_0 = \left[1 + \frac{\lambda_1}{\mu_1} + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\mu_1 \lambda_2} \right]^{-1}; \quad P_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1} P_0; \quad P_2 = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\mu_1 \mu_2} P_0.$$

Неизвестные параметры устанавливаются следующим образом:

$$\lambda_2 = \frac{1}{t_{от}}; \quad \mu_2 = \frac{1}{t_в},$$

где $t_{от}$ – средняя продолжительность времени между техническими отказами оборудования; $t_в$ – средняя длительность восстановления работоспособности (ремонта) оборудования.

Рассмотренная модель может быть рекомендована для систем, в которых технические отказы наступают, как правило, лишь при обработке предмета труда (бензомоторные и электромоторные пилы, раскрывочные установки и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1 Игнатенко В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок: Учеб. пособие / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. Минск, 2004. 178с.