

МОДЕЛЬ РАБОТЫ ЛЕСНЫХ МАШИН  
С УЧЕТОМ ТЕХНИЧЕСКИХ ОТКАЗОВ

Д. В. КЛОКОВ, Е. А. ЛЕОНОВ, А. А. ЕРМАЛИЦКИЙ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Современные лесозаготовительные машины представляют собой сложные системы. При этом значительное внимание уделяется вопросу установления рациональных параметров их работы, что обеспечит в дальнейшем эффективность функционирования таких машин [1, 2].

Проанализируем работу лесной машины с целью разработки модели ее функционирования и нахождения некоторых рациональных параметров. Предположим, что цикл работы такой машины можно разбить на  $n$  «элементарных циклов». Например, применительно к рубильной машине, рабочий цикл включает захват сырья и подачу его в рубильный узел, измельчение древесины и выброс щепы.

Каждая фаза характеризуется индивидуальным временем обработки сырья с параметрами соответственно  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ . Математические ожидания продолжительности элементарных циклов равны  $T_1 = \frac{1}{\mu_1}; T_2 = \frac{1}{\mu_2}; \dots; T_n = \frac{1}{\mu_n}$ .

Функционирование лесной машины можно описать системой дифференциальных уравнений Колмогорова (1) [1], полученных на основании размеченного графа состояний (рис. 1), где  $P_0(t), P_{i,j}(t), i=1,2; j=1,2,\dots,n$  вероятности соответствующих состояний в момент времени  $t$ .

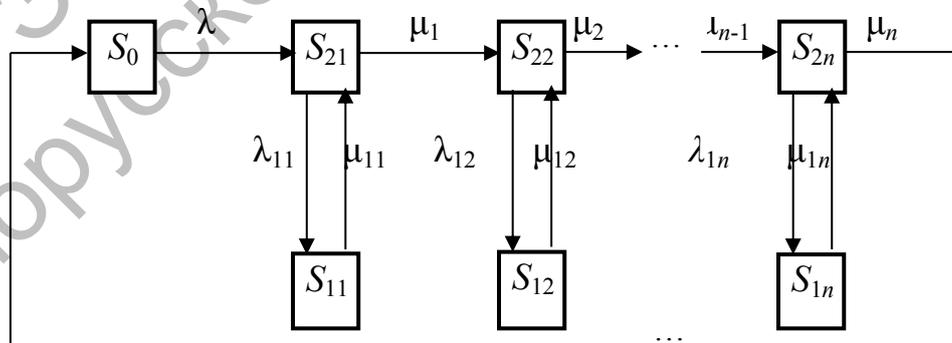


Рис. 1. Размеченный граф состояний лесной машины:  $S_0$  – свободное состояние машины, нет сырья;  $S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2n}$  – состояния обработки дерева по циклам;  $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n}$  – состояния отказов, поступивших в период первого, второго и последующих элементарных циклов

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_0}{dt} = \mu_n P_{2n} - \lambda P_0, \\ \frac{dP_{21}}{dt} = \lambda P_0 - (\lambda_{11} + \mu_1) P_{21} + \mu_{11} P_{11}, \\ \frac{dP_{22}}{dt} = \mu_{12} P_{12} - (\lambda_{12} + \mu_2) P_{22} + \mu_1 P_{21}, \\ \dots \\ \frac{dP_{11}}{dt} = \lambda_{11} P_{21} - \mu_{11} P_{11}, \\ \dots \\ \frac{dP_{1n}}{dt} = \lambda_{1n} P_{2n} - \mu_{1n} P_{1n}. \end{array} \right. \quad (1)$$

Условие нормировки  $\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^n P_{ij} + P_0 = 1$ .

Параметры функционирования:  $\mu_{11}, \mu_{12}, \dots, \mu_{1n}$  – интенсивность восстановления работоспособности машины соответственно для первого, второго и последующих элементарных циклов;  $\lambda_{11}, \lambda_{12}, \dots, \lambda_{1n}$  – интенсивность отказов машины в период первого, второго и так далее элементарных циклов;  $\lambda$  – интенсивность поступления деревьев на обработку. Указанные параметры определяются как величины, обратные математическим ожиданиям продолжительности работы цикла.

В установившемся режиме работы машины вероятности состояний  $P_0(t), P_{ij}(t), i=1,2; j=1,2,\dots,n$  не зависят от времени то есть постоянны, так называемые финальные вероятности. Система уравнений Колмогорова (1) преобразуется в алгебраическую систему, где в левой части вместо производных стоят нули к которой добавляется уравнение нормировки. Решая данную систему, найдем финальные вероятности, анализируя которые выбираем оптимальные параметры многооперационной машины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Клоков, Д. В.** Модели работы лесных машин с учетом надежности / Д. В. Клоков, И. В. Турлай // Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 66–67.
2. **Клоков, Д. В.** Оборудование лесопромышленных предприятий. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студ. / Д. В. Клоков, И. В. Турлай, Е. А. Леонов. – Минск : БГТУ, 2015. – 200 с.