ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

№ 3 ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ 1986

УДК 630*3

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

И. В. ТУРЛАЙ

Белорусский технологический институт

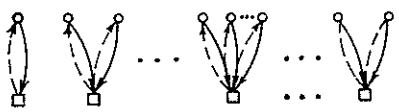
Расчет работоспособности лесозаготовительных систем (ЛС) изложен нами в работах [1, 2]. Однако полученные расчетные формулы [2] не позволяют в полной мере оценить чувствительность ЛС.

Для разработки алгоритма расчета работоспособности ЛС при всевозможных ее состояниях используем формулу (1) из работы [2]

$$P(S) = \prod_{k \in M_{лр}} \omega_{лk} \prod_{l \in M_{лн}} (1 - \omega_{лl}) \prod_{k \in M_{тр}} d_{тk} \prod_{l \in M_{тн}} (1 - d_{тl}) \prod_{k \in M_{нр}} \omega_{нk} \prod_{l \in M_{нн}} (1 - \omega_{нl}),$$

где $M_{лр}$, $M_{тр}$, $M_{нр}$ и $M_{лн}$, $M_{тн}$, $M_{нн}$ — множества индексов k работающих и l неработающих участков заготовки древесины, ее транспорта и нижних складов.

Алгоритм расчета работоспособности ЛС получен для наиболее распространенного класса лесозаготовительных систем (см. табл.), согласно нашим исследованиям, в основных лесозаготовительных объединениях страны.

Тип структуры	Число элементов
	$n_1 \geqslant 1$ $m \geqslant 1$ $n_2 \geqslant 1$

Примечание. В таблице обозначено: n_1 — число участков заготовки древесины; m — число лесовозных магистралей с осуществляющейся по ним вывозкой древесины; n_2 — число нижних складов.

Вероятность состояний ЛС с временно не ведущейся заготовкой на одном или нескольких участках при нормально функционирующих остальных подразделениях

$$P_1^1 = \prod \omega_{лk} (1 - \omega_{лl}) \prod d_{тk} \prod \omega_{нk};$$

$$P_1^2 = \prod \omega_{лk} (1 - \omega_{лl})(1 - \omega_{лl}) \prod d_{тk} \prod \omega_{нk};$$

. . . . . .

$$P_1^i = \prod \omega_{лk} \prod (1 - \omega_{лl}) \prod d_{тk} \prod \omega_{нk};$$

. . . . . .

$$P_1^{n_1} = \prod (1 - \omega_{лl}) \prod d_{тk} \prod \omega_{нk}.$$

Здесь i — число неработающих участков заготовки.

Вероятность состояний ЛС с временно не работающим транспортом леса при работоспособных остальных подразделениях

$$P_{\text{II}}^{1} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk};$$

$$P_{\text{II}}^{2} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,(1 - d_{тl})(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk};$$

. . . . . .

$$P_{\text{II}}^{j} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,\Pi(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk};$$

. . . . . .

$$P_{\text{II}}^{m} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}.$$

В этих формулах j — число неработающих лесовозных магистралей.

Вероятность состояний ЛС, когда временно не функционируют один или несколько складов при работоспособных остальных подразделениях:

$$P_{\text{III}}^{1} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,\Pi\omega_{нk}\,(1 - \omega_{нl});$$

$$P_{\text{III}}^{2} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,\Pi\omega_{нk}\,(1 - \omega_{нl})(1 - \omega_{нl});$$

. . . . . .

$$P_{\text{III}}^{r} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,\Pi\omega_{нk}\,\Pi(1 - \omega_{нl});$$

. . . . . .

$$P_{\text{III}}^{n_2} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,\Pi(1 - \omega_{нl}).$$

Здесь r — число неработающих нижних складов.

Вероятность состояний ЛС, когда временно могут не работать один или несколько участков на заготовке и вывозке древесины при работоспособности нижних складов:

$$P_{\text{IV}}^{1,1,0} = \Pi\omega_{лk}\,(1 - \omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk};$$

$$P_{\text{IV}}^{2,1,0} = \Pi\omega_{лk}\,(1 - \omega_{лl})(1 - \omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk};$$

$$P_{\text{IV}}^{2,2,0} = \Pi\omega_{лk}\,(1 - \omega_{лl})(1 - \omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,(1 - d_{тl})(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk};$$

. . . . . .

$$P_{\text{IV}}^{i,j,0} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi(1 - \omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,\Pi(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk};$$

. . . . . .

$$P_{\text{IV}}^{n_1,m,0} = \Pi(1 - \omega_{лl})\,\Pi(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}.$$

Вероятность состояний ЛС, когда временно не работают один или несколько производственных участков на вывозке древесины и нижних складов, а заготовка функционирует с полной загрузкой:

$$P_{\text{V}}^{0,1,1} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}\,(1 - \omega_{нl});$$

$$P_{\text{V}}^{0,2,1} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,(1 - d_{тl})(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}\,(1 - \omega_{нl});$$

$$P_{\text{V}}^{0,2,2} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,(1 - d_{тl})(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}\,(1 - \omega_{нl})\,(1 - \omega_{нl});$$

. . . . . .

$$P_{\text{V}}^{0,j,r} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi d_{тk}\,\Pi(1 - d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}\,\Pi(1 - \omega_{нl});$$

. . . . . .

$$P_{\text{V}}^{0,m,n_2} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi(1 - d_{тl})\,\Pi(1 - \omega_{нl}).$$

Вероятность состояний ЛС, когда временно не работают один или несколько участков по заготовке и нижних складов при нормально функционирующей вывозке древесины:

$$P_{\mathrm{VI}}^{1,0,1} = \Pi\omega_{лk}(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,\Pi\omega_{нk}(1-\omega_{нl});$$

$$P_{\mathrm{VI}}^{2,0,1} = \Pi\omega_{лk}(1-\omega_{лl})(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,\Pi\omega_{нk}(1-\omega_{нl});$$

$$P_{\mathrm{VI}}^{2,0,2} = \Pi\omega_{лk}(1-\omega_{лl})(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,\Pi\omega_{нk}(1-\omega_{нl})(1-\omega_{нl});$$

. . . . . .

$$P_{\mathrm{VI}}^{i,0,r} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,\Pi\omega_{нk}\,\Pi(1-\omega_{нl});$$

. . . . . .

$$P_{\mathrm{VI}}^{n_1,0,n_2} = \Pi(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,\Pi(1-\omega_{нl}).$$

Вероятность состояний ЛС, когда могут не работать различные по количеству и принадлежности к фазам производственные участки ЛС:

$$P_{\mathrm{VII}}^{1,1,1} = \Pi\omega_{лk}(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}(1-d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}(1-\omega_{нl});$$

$$P_{\mathrm{VII}}^{2,1,1} = \Pi\omega_{лk}(1-\omega_{лl})(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}(1-d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}(1-\omega_{нl});$$

$$P_{\mathrm{VII}}^{2,2,1} = \Pi\omega_{лk}(1-\omega_{лl})(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}(1-d_{тl})\times$$
$$\times(1-d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}(1-\omega_{нl});$$

$$P_{\mathrm{VII}}^{2,2,2} = \Pi\omega_{лk}(1-\omega_{лl})(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}(1-d_{тl})\times$$
$$\times(1-d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}(1-\omega_{нl})(1-\omega_{нl});$$

. . . . . .

$$P_{\mathrm{VII}}^{i,j,r} = \Pi\omega_{лk}\,\Pi(1-\omega_{лl})\,\Pi d_{тk}\,\Pi(1-d_{тl})\,\Pi\omega_{нk}\,\Pi(1-\omega_{нl});$$

. . . . . .

$$P_{\mathrm{VII}}^{n_1,m,n_2} = \Pi(1-\omega_{лl})\,\Pi(1-d_{тl})\,\Pi(1-\omega_{нl}).$$

Параметры $\omega_л$, $\omega_н$, $d_т$ определяют надежность функционирования соответственно участков заготовки, нижних складов и лесовозных дорог с вывозкой древесины. Численные значения $\omega_л$, $\omega_н$, $d_т$ для основных лесоэксплуатационных районов и участков, работающих на базе различной лесозаготовительной техники, приведены нами в работах [3, 4]. Размерность алгоритма определяется числом состояний лесозаготовительной системы и равна $2^{n_1+m+n_2}$.

Если работоспособность ЛС рассчитывать по граничным состояниям фаз «работает», «не работает», то всю вычислительную работу можно провести обычными методами. В рассматриваемом случае целесообразно и эффективно использовать ЭВМ, так как для существующих ЛС n_1+m+n_2 в пределе составляет 24.

По предлагаемому алгоритму работоспособность лесозаготовительных систем можно оценивать на стадии проектных решений и при эксплуатации ЛС.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Турлай И. В. Исследование работоспособности больших лесозаготовительных систем.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 6, с. 94—98. [2]. Турлай И. В. К расчету структур лесозаготовительных систем.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 6, с. 55—60. [3]. Турлай И. В. Влияние внешних условий на производительность лесосечных бригад.— Лесн. пром-сть, 1982, № 9,

с. 30. [4]. Турлай И. В. Анализ характеристик производственных участков, входящих в состав лесозаготовительных систем.— В кн.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. Минск: Вышэйш. школа, 1983, вып. 13, с. 12—18.

Поступила 5 апреля 1984 г.

УДК 629.114 : 630*3-585.22.001.57

ОБОБЩЕННАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

Я. И. ОСТРИКОВ, А. В. ЖУКОВ, Г. И. ЛИФШИЦ

Белорусский технологический институт
Центральный автомобильный и автомоторный институт

Лесовозные автопоезда — сложные динамические системы. В практике их исследований и проектирования используют имитационные модели, различные по сложности и достоверности получаемых результатов. Имеющиеся имитационные модели движения лесовозных автопоездов с учетом колебательных процессов в трансмиссии и двигателя внутреннего сгорания как источника ограниченной мощности не учитывают всего разнообразия конструктивных схем и возможность рассмотрения гидромеханической трансмиссии (ГМТ). Вместе с тем применение ГМТ в приводах лесовозных автомобилей-тягачей по основным их технико-эксплуатационным показателям предпочтительнее других типов трансмиссий [1]. Однако возможности ее применения на таких автомобилях ни экспериментально, ни теоретически не рассматривались. Имитационные модели движения транспортных средств с ГМТ отличаются большой сложностью. До настоящего времени не было такой модели движения лесовозного автопоезда.

В данной работе рассматривается обобщенная имитационная модель движения лесовозного автопоезда с ГМТ в составе наболее распространенных в лесной отрасли промышленности полноприводного автомобиля-тягача МАЗ 4 × 4 и двухосного прицепа-роспуска (ПР), нагруженных пачкой деревьев. ГМТ тягача представляет собой конструктивно измененный вариант серийной механической трансмиссии с заменой коробки передач, сцепления и органов их управления гидромеханической передачей (описание и краткая техническая характеристика которой изложены в работе [1]), состоящей из блокируемого комплексного гидротрансформатора (ГТ) и коробки передач (КП) с переключаемыми фрикционными муфтами ($Ф_i$). Расчетная схема движения такого автопоезда с учетом его основных конструктивных особенностей приведена на рисунке. В математической модели, составленной на основе системного подхода и принципов построения обобщенной модели гидромеханической КП [2], все этапы его движения описываются системой дифференциальных уравнений с переменной структурой:

$$I_1\ddot{\varphi}_1 = M_д[\dot{\varphi}_д, H(t)] - M_н(\dot{\varphi}_н, \lambda_н, t); \quad (1)$$

$$K_г = K(U_г);\ \lambda_н = \lambda(U_г);\ U_г = \dot{\varphi}_т/\dot{\varphi}_н;\ M_н = \lambda_н \rho (30/\pi)^2 D_a^5 \dot{\varphi}_н^2; \quad (2)$$

$$M_т = \begin{cases} M_н K_г, \text{ если } U_г \leqslant U_б \text{ или } \dot{\varphi}_1 < \dot{\varphi}_{б1}, \\ M_д[\dot{\varphi}_д, H(t)], \text{ если } U_г > U_б \text{ и } \dot{\varphi}_1 \geqslant \dot{\varphi}_{б2}; \end{cases} \quad (3)$$

$$I_{1т_i}\ddot{\varphi}_т = M_т - U'_т \eta_{т,j}^{x_т,j} M_j - U'_{т,j+1} \eta_{т,j+1}^{x_т,j+1} M_{j+1}; \quad (4)$$