

## МОДЕЛЬ ПОТОКА ЛЕСОЗАГОТОВОК С УЧЕТОМ КОЛЕБАНИЙ ОБЪЕМОВ РАБОТ НА ОСНОВНЫХ ФАЗАХ

Данная модель описывает работу одного из следующих технологических потоков лесозаготовок (ТПЛ): лесопункта, леспромхоза, производственного или промышленного объединения. Схема работы рассматриваемых потоков представлена на рис. 1.

Выделение фаз позволяет рассматривать ТПЛ как бы в пространстве. Для учета параметра времени весь период функционирования ТПЛ (год) разбивается на ряд интервалов. Исследование потока ведется с временным шагом  $\Delta t$ , равным одному месяцу, что требуется для планирования и практического использования модели. Таким образом, дискретные состояния ТПЛ учитывают его пространственно-временную организацию.

Основные фазы на конец  $i$ -го месяца ( $i = 1, 12$ ) характеризуются месячными объемами  $W^3(t_i)$ ,  $W^B(t_i)$ ,  $W^P(t_i)$  заготовки, вывозки и раскряжевки хлыстов. Характеристика погрузочных площадок (верхних складов) и нижних складов, где расположены запасы хлыстов в первых числах  $i$ -го месяца, выражается объемами  $Q^1(t_i)$ ,  $Q^H(t_i)$ .

Пусть  $m_n$  — поступление хлыстов на склад;  $m_0$  — отправление хлыстов;  $Q_t$  — количество хлыстов на складе в конце временного шага  $\Delta t$ . Очевидно, справедливо управление баланса: разница между поступлением и отправлением равна изменению количества хлыстов на складе в единицу времени:  $m_n - m_0 = (Q_t - Q_{t-1}) / \Delta t$ . Подставляя  $W = m\Delta t$  для количества хлыстов, поступивших и отправленных в течение временного шага  $\Delta t$ , получим

$$(W_n - W_0)_t = Q_t - Q_{t-1}.$$

Для конечного состояния перепишем выражение так:

$$Q_t = Q_{t-1} + (W_n - W_0)_t. \quad (1)$$

Это означает следующее:

$$Q_1 = Q_0 + (W_n - W_0)_1; \quad Q_2 = Q_1 + (W_n - W_0)_2 \text{ и т.д. или в общем виде}$$

$$Q_i = Q_0 + \sum_0^i W_n - \sum_0^i W_0. \quad (2)$$

Рассмотрим условия работы ТПЛ (рис. 1). Месячное изменение количества хлыстов на погрузочном пункте в лесу зависит от месячных объемов их заготовки и вывозки, а на нижнем складе — месячные объемы вывозки и раскряжевки. На первое января, как правило, и в лесу и на нижнем складе имеется переходящий остаток хлыстов ( $Q_{пер}^n, Q_{пер}^H$ ), который и определяет начальные условия функционирования ТПЛ.

Пусть известны значения специальных коэффициентов неравномерности  $K^\Phi(t_i)$  (из аналитических зависимостей или производственной статистики)

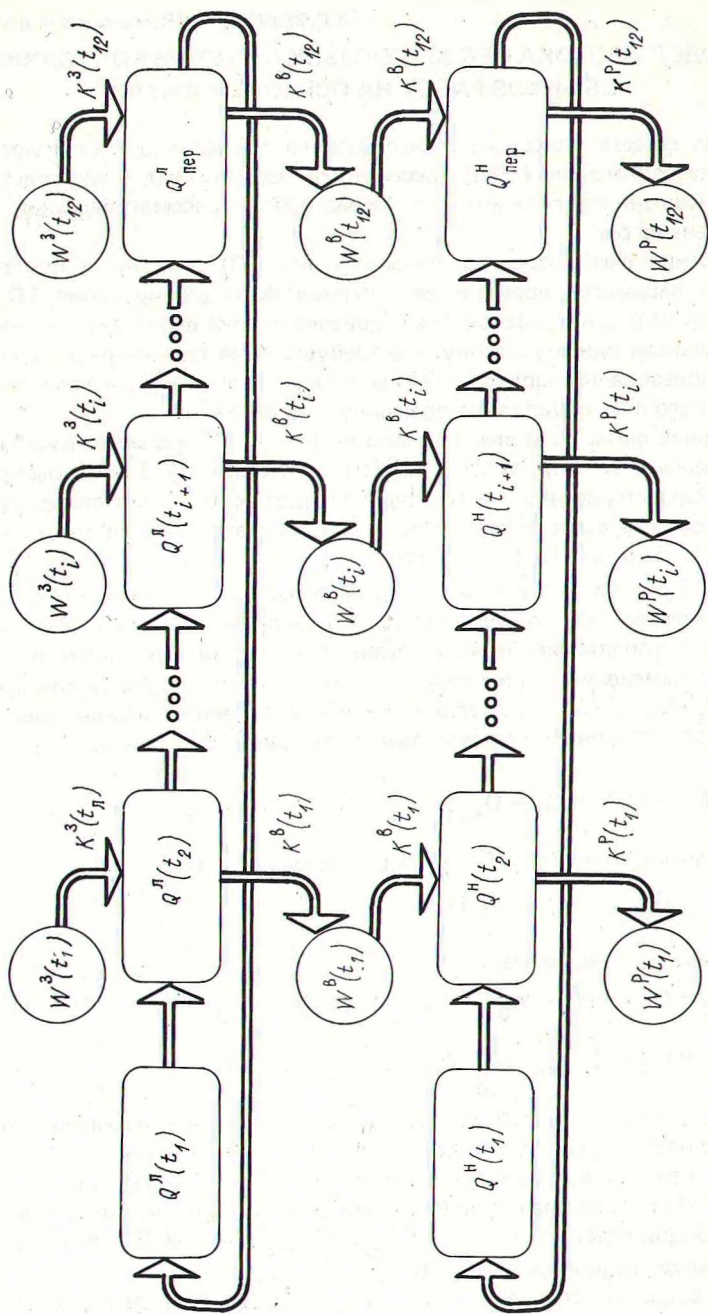


Рис. 1. Схема состояний ТЭЦ.

[1]. Зная  $K^\Phi(t_i)$  и годовой объем производства  $W_r$ , легко найти месячные объемы производства по любой фазе

$$W^\Phi(t_i) = \frac{W_r \cdot K^\Phi(t_i)}{12}. \quad (3)$$

Тогда, аналогично выражению (1), запас хлыстов в лесу на первое число любого месяца определим как

$$Q^1(t_i) = \begin{cases} Q_{\text{пер}}^n, & i = 1; \\ Q^n(t_{i-1}) + W^3(t_{i-1}) - W^B(t_{i-1}), & i = \overline{2,12}. \end{cases} \quad (4)$$

Запас же хлыстов на нижнем складе на первое число любого месяца будет равен

$$Q^H(t_i) = \begin{cases} Q_{\text{пер}}^H, & i = 1; \\ Q^H(t_{i-1}) + W^B(t_{i-1}) - W^P(t_{i-1}), & i = \overline{2,12}. \end{cases} \quad (5)$$

В общем виде выражения (4), (5) с учетом (2) перепишем так:

$$Q^n(t_i) = \begin{cases} Q_{\text{пер}}^n, & i = 1; \\ Q_{\text{пер}}^n + \sum_1^{i-1} [W^3(t_i) - W^B(t_i)], & i = \overline{2,12}, \end{cases} \quad (6)$$

$$Q^H(t_i) = \begin{cases} Q_{\text{пер}}^H, & i = 1; \\ Q_{\text{пер}}^H + \sum_1^{i-1} [W^B(t_i) - W^P(t_i)], & i = \overline{2,12}. \end{cases} \quad (7)$$

Положим, переходящий остаток хлыстов в лесу и на нижнем складе составляет а и b процентов (планируется или принимается фактический) от годового объема раскряжевки хлыстов, т.е.

$$Q_{\text{пер}}^n = 0,01 a W_r, \quad (8)$$

$$Q_{\text{пер}}^H = 0,01 b W_r. \quad (9)$$

Подставив месячные объемы заготовки, вывозки и раскряжевки хлыстов, выраженные через соответствующие коэффициенты неравномерности (3) и переходящие остатки хлыстов (2) – (9) в системы (6) и (7), получим

$$Q^n(t_i) = \begin{cases} 0,01 a W_r, & i = 1; \\ W_r \{ 0,01 a + 0,083 \sum_1^{i-1} [K^3(t_i) - K^B(t_i)] \}, & i = \overline{2,12}; \end{cases} \quad (10)$$

$$Q^H(t_i) = \begin{cases} 0,01 b W_r, & i = 1; \\ W_r \{ 0,01 b + 0,083 \sum_1^{i-1} [K^B(t_i) - K^P(t_i)] \}, & i = \overline{2,12}. \end{cases} \quad (11)$$

Приравняв найденные из систем (10) и (11) годовые объемы раскряжевки хлыстов, получим зависимость между запасами хлыстов в лесу и на складе на первое число любого месяца

$$Q^n(t_i) = \begin{cases} aQ^H(t_i)/b, & i = 1; \\ \frac{0,01a + 0,083 \sum_{i=1}^{i-1} [K^3(t_i) - K^B(t_i)] Q^H(t_i)}{0,01b + 0,083 \sum_{i=1}^{i-1} [K^B(t_i) - K^P(t_i)]}, & i = \overline{2,12}. \end{cases}$$

С точки зрения рационального функционирования ТПЛ необходимо соблюдать ряд условий.

1. На любое число месяца для безостановочной работы нижнего склада на нем должен быть так называемый "неснижаемый" запас хлыстов, значение которого, согласно [2], равно

$$Q_{\min} = (W_r d) / D,$$

где  $d$  — число дней простоя склада по статистике по организационным и метеорологическим условиям;  $D$  — число дней на складе в году, когда ведется раскряжевка хлыстов.

2. Максимальный запас хлыстов на нижнем складе не должен быть более 12 % от  $W_r$  [2, 3]. Тогда запас хлыстов на нижнем складе в общем случае, определенный по формулам (7), (11), должен удовлетворять ограничению  $Q_{\min} \leq Q^H(t_i) \leq 0,12W_r$ .

Учитывая, что на  $n$ -й месяц нельзя больше вывезти хлыстов, чем имеется в наличии, а также раскряжевывать больше, чем поступило, имеют место следующие ограничения:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n W^3(t_i) + Q_{\text{неп}}^n \geq \sum_{i=1}^n W^B(t_i); \\ \sum_{i=1}^n W^B(t_i) + Q_{\text{неп}}^H \geq \sum_{i=1}^n W^P(t_i), \end{cases}$$

которые в удобном для практических целей виде можно выразить через коэффициенты неравномерности

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n K^3(t_j) + 0,12a \geq \sum_{i=1}^n K^B(t_i); \\ \sum_{i=1}^n K^B(t_i) + 0,12b \geq \sum_{i=1}^n K^P(t_i). \end{cases}$$

Идентичность разработанной динамической модели объекту определяется возможностью физического воспроизведения решения. Источниками погрешности модели являются коэффициенты  $K^{\Phi}(t_i)$ , значения которых формируются под действием совокупного влияния факторов, в том числе и случайных.

Если необходим учет воздействий случайных факторов на параметры ТПЛ, основываясь на результаты исследований [1, 4] в формулах модели, где имеются коэффициенты неравномерности фаз, к ним добавляются соответствующие значения их среднеквадратичных отклонений  $\sigma[K^\Phi(t_i)]$  со знаками плюс и минус, определяющие с достаточной для практических целей вероятностью мгновенное поле рассеяния контролируемого параметра  $K^\Phi(t_i)$ . Например, выражение (11) будет выглядеть так:

$$Q^H(t_i) = \begin{cases} 0,01bW_r, & i = 1; \\ W_r \{ 0,01b + 0,083 \sum_1^{i-1} [(K^B(t_i) \pm \sigma[K^B(t_i)]) - (K^P(t_i) \pm b[K^P(t_i)])] \}, & i = \overline{2,12}. \end{cases}$$

Причем знак плюс принимается, если под действием случайных факторов складывается благоприятная и знак минус — неблагоприятная ситуация.

Как следует из модели, годовой объем работ  $W_r$  для производственных подразделений является суммарной функцией результатов, полученных по каждой фазе работ по месяцам. Последние в силу вероятной природы процесса достигаются в определенных пределах. Если предположить, что под действием факторов во все месяцы сложится неблагоприятная (или благоприятная) ситуация, то максимальное недовыполнение (перевыполнение) годового плана с принятой вероятностью составит

$$\Delta W = W_r \sum_{i=1}^{12} \sigma[K^\Phi(t_i)] 0,083.$$

Так как одностороннее действие этих факторов подряд во все месяцы маловероятно, фактический годовой объем производства  $W_r^\Phi$  будет находиться в диапазоне

$$W_r - \Delta W \leq W_r^\Phi \leq W_r + \Delta W.$$

Отсюда вытекает главная цель — выполнение государственного плана (даже в условиях отрицательного влияния случайных факторов) с минимальными издержками, чему и способствует применение разработанной модели на этапах подготовки, планирования и управления работой ТПЛ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренчик А.С. Исследование динамики технологического процесса лесозаготовок БССР по фазам работ. — В кн.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. Минск: Выш. шк., 1983, вып. 13, с. 8—12.
2. Залегаллер Б.Г. Технология работ на лесных складах. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 231 с.
3. Проккофьев Г.С., Ключников Г.М., Лебедев Ю.В. Резервные и операционные запасы хлыстов. — Лесн. пром-сть, 1980, № 7, с. 24—25.
4. Федоренчик А.С. Неравномерность работы технологических потоков лесозаготовок и разработка средств повышения их пропускной способности: Автореф... дис. канд. техн. наук. — Минск, 1984. — 20 с.