

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пути и эффективность использования древесно-кустарниковой растительности, сводимой на объектах мелиорации/А.П. М а т в е й к о, Г.И. З д о р о в ц е в, Ф.М. О л е х н о в и ч, В.П. Б а р а н ч и к. — Минск: БелНИИНТИ, 1978. — 66 с. 2. Комплексное использование древесного сырья в объединении "Кареллеспром". Лесозэксплуатация и лесосплав: Экспрессинформация. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1981, вып. 1. — 24 с. 3. Производство технологической щепы на предприятиях объединения "Архангельсклеспром": Обзорная информация. — М., ВНИПИЭМлеспром, 1980, вып. 3. — 52 с. 4. Технология заготовки лесосечных остатков в Карлатах: Обзорная информация. — М., ВНИПИЭИлеспром, 1980, вып. 1. — 52 с. 5. Л и в а н о в А.П., Ж а р о в В.И., Б а т у р и ц к и й С.И. Опыт производства щепы в Гузерипльском леспромхозе. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1978. — 28 с.

УДК 630\* 848.7.001.2

А.С. ФЕДОРЕНЧИК, инженер,  
И.В. ТУРЛАЙ, канд.техн.наук (БТИ)

### ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЛЕСОСКЛАДСКИХ ПОТОКОВ С ЗАПАСАМИ ХЛЫСТОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД

В проведенных исследованиях функционирования нижнескладских систем [1—3] (производительности систем, определение размеров запасов хлыстов и др.) предметы труда, поступающие на обработку, рассматриваются как поток одного типа заявок с некоторыми средними размерными и качественными показателями. Фактически эти показатели колеблются в довольно широком диапазоне. Так, хлысты, поступающие в разделку на линии типа ЛО-15С, имеют разброс объемов в обе стороны от  $\bar{V}_{хл}$  в 82—115%. При этом существенно меняется их породный состав.

Более точные и в практическом отношении более ценные результаты получаются в том случае, если при анализе процесса первичной обработки хлыстов исходить из того, что ЛО-15С занята обработкой не одного потока хлыстов, а двух простейших, со своими характерными параметрами. Например, хлысты хвойных пород, поступающие на разделку, составляют один поток, а лиственных пород — второй. По данным наблюдений за работой раскряжевочной установки ПЛХ-ЗАС в Витебском ЛПХ в 1980 г., средняя продолжительность обработки  $1 м^3$  хвойных пород составила  $\bar{t}_x = 157$  с при среднеквадратичном отклонении  $\sigma_{t_x} = 62$ , средняя продолжительность обработки  $1 м^3$  лиственных пород составила  $\bar{t}_л = 226$  с со среднеквадратичным отклонением  $\sigma_{t_л} = 101$ . По отношению к средним величинам обработки, определенным из условия двух породных потоков, ошибка в случае принятия обезличенного потока хлыстов находится в пределах от 7 до 28%.

Рассмотрим функционирование основного потока разделки хлыстов на базе установки типа ЛО-15С с учетом породного состава поступающих хлыстов. Хлысты хвойных пород поступают на обработку с интенсивностью  $\lambda_1$ , а лиственных пород —  $\lambda_2$ . Интенсивность обработки хлыстов хвойных пород определяется величиной  $\mu_1$ , а лиственных —  $\mu_2$ . Допускается, что число мест для создания запаса хлыстов ограничено: для хвойных пород  $m_1$ , для ли-

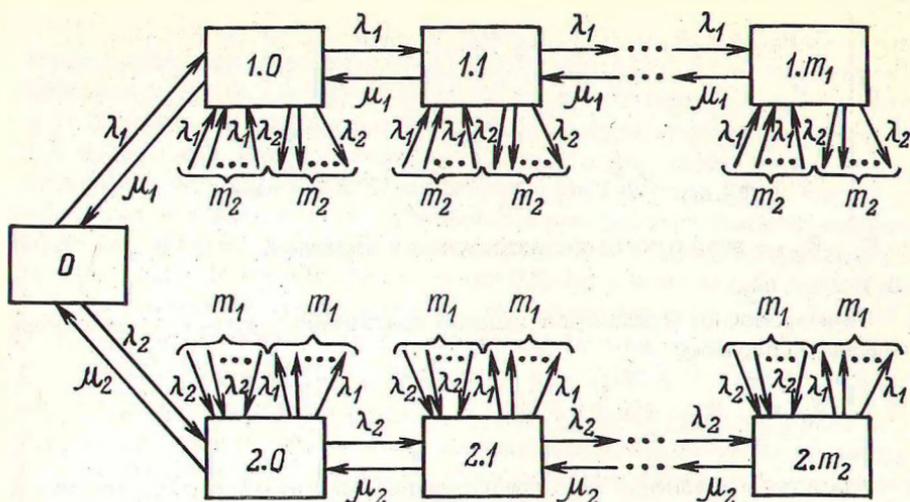


Рис. 1. Схема состояний и переходов потока.

венных —  $m_2$ . До начала обработки хлыста для раскряжевочной установки не имеет значения различие предметов труда. Тогда на обработку поступает один поток хлыстов с интенсивностью  $\lambda_{об} = \lambda_1 + \lambda_2$ . Вид хлыста приобретает значимость при обработке.

Выделим состояния потока разделки хлыстов, допуская, что процессы в нем будут марковскими [4]. Схема переходов потока в различные состояния показана на рис. 1, где (0) — свободное состояние; (1,0), (2,0) — в очереди на обработку нет хлыстов, и обрабатываются хлысты соответственно хвойных, лиственных пород; (1.m<sub>1</sub>) — обрабатывается хлыст хвойной породы, в очереди на обработку находится  $m_1$  единиц предметов труда этой же породы; (2.m<sub>2</sub>) — обрабатывается хлыст лиственной породы, в очереди на обработку находится  $m_2$  хлыстов. Стационарные вероятности состояний удовлетворяют системе уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \mu_1 P_{1.0} + \mu_2 P_{2.0} - (\lambda_1 + \lambda_2) P_0 = 0; \\
 \lambda_1 P_0 + \mu_1 P_{1.1} - (\lambda_1 + \mu_1) P_{1.0} + \sum_{j=0}^{m_2} (\lambda_1 P_{2,j}) - \lambda_2 m_2 P_{1.0} = 0; \\
 \lambda_1 P_{1.0} + \mu_1 P_{1.2} - (\lambda_1 + \mu_1) P_{1.1} - \lambda_2 m_2 P_{1.1} + \sum_{j=0}^{m_2} (\lambda_1 P_{2,j}) = 0; \\
 \vdots \\
 \lambda_1 P_{1(m_1-1)} - \mu_1 P_{1.m_1} + \sum_{j=0}^{m_2} (\lambda_1 P_{2,j}) - \lambda_2 m_2 P_{1.m_1} = 0; \\
 \lambda_2 P_0 + \mu_2 P_{2.1} - (\lambda_2 + \mu_2) P_{2.0} + \sum_{i=0}^{m_1} (\lambda_2 P_{1,i}) - \lambda_1 m_1 P_{2.0} = 0;
 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_2 P_{2,0} + \mu_2 P_{2,2} - (\lambda_2 + \mu_2) P_{2,1} - \lambda_1 m_1 P_{2,1} + \sum_{i=0}^{m_1} (\lambda_2 P_{1,i}) = 0; \\ \vdots \\ \lambda_2 P_{2(m_2-1)} - \mu_2 P_{2,m_2} + \sum_{i=0}^{m_1} (\lambda_2 P_{1,i}) - \lambda_1 m_1 P_{2,m_2} = 0, \end{array} \right.$$

где  $P_{1,i}$ ,  $P_{2,j}$  — вероятности соответствующих состояний,  $i = 0, 1, 2, \dots, m_1$ ;  $j = 0, 1, 2, \dots, m_2$ .

Нормировочное условие для решения приведенной системы запишется следующим образом:

$$P_0 + \sum_{i=0}^{m_1} P_{1,i} + \sum_{j=0}^{m_2} P_{2,j} = 1.$$

Из системы уравнений (1) определяем необходимые формулы для расчета параметров раскряжечного потока.

Вероятность свободного, незанятого обработкой состояния потока равна

$$P_0 = \frac{1}{1 + a + b + (m_2 + 1) \left( \frac{a_1 - a_1^{m_1+1}}{1 - a_1} \right) + (m_1 + 1) \left( \frac{b_1 - b_1^{m_2+1}}{1 - b_1} \right)} \quad (2)$$

Здесь

$$a = \frac{\lambda_1 \mu_2 + \lambda_1^2 + \lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 \mu_1 + \mu_1 \mu_2 + \lambda_2 \mu_2}; \quad a_1 = \frac{\lambda_1 a \mu_2 + \lambda_1^2 a + \lambda_1 \lambda_2 b}{\mu_1 \mu_2 + \mu_1 \lambda_1 + \lambda_2 \mu_2} < 1;$$

$$b = \frac{\lambda_2 \mu_2 + \lambda_1 \lambda_2 + \lambda_2^2}{\lambda_2 \mu_2 + \mu_1 \mu_2 + \lambda_1 \mu_1}; \quad b_1 = \frac{\lambda_2 a + \lambda_2 b}{\mu_2 + \lambda_1} < 1.$$

Вероятность обработки хлыстов линией ЛО-15С равна

$$P_p = 1 - P_0. \quad (3)$$

Производительность потока (в м<sup>3</sup>) за время Т составит

$$П = \lambda_{об} (1 - P_0) T. \quad (4)$$

Общий запас хлыстов перед раскряжечной установкой определим как сумму величин  $m_1$  и  $m_2$ :

$$m_{об} = m_1 + m_2. \quad (5)$$

Полученные решения справедливы при соблюдении следующих условий:

$$\lambda_{об} = \lambda_1 + \lambda_2; \quad \frac{\lambda_1}{\mu_1} \leq 1; \quad \frac{\lambda_2}{\mu_2} \leq 1,$$

что имеет место при установившемся, стационарном режиме работы потока.

На основании приведенных формул установим рациональные условия функционирования раскряжевочной установки ЛО-15С при следующих исходных данных:  $\lambda_{об} = 0,29 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;  $\mu_1 = 0,33 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;  $\mu_{об} = 0,3 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;  $\mu_2 = 0,29 \text{ м}^3/\text{мин}$ ; соотношение пород поступающих хлыстов: 30% хвойных; 70% лиственных, что соответствует среднему соотношению пород деревьев, отводимых в рубку, по расчетной лесосеке Минлеспрома БССР. По (2) для различных значений  $m_1$  и  $m_2$  определена вероятность свободного состояния потока  $P_0$  (рис. 2). Вероятность обработки хлыстов раскряжевочными установками обычно принимается не менее 0,9, что соответствует вероятности  $P_0 = 0,1$  и менее. Из рис. 2 видно, что указанная вероятность  $P_0$  может быть получена при различных комбинациях величин  $m_1$  и  $m_2$ . Например, при  $m_1 \geq 2 \text{ м}^3$  и  $m_2 \geq 20 \text{ м}^3$  (общий запас  $m_{об} \geq 22 \text{ м}^3$ ); при  $m_1 \geq 5 \text{ м}^3$  и  $m_2 \geq 7 \text{ м}^3$  ( $m_{об} \geq 12 \text{ м}^3$ ); при  $m_1 \geq 10 \text{ м}^3$  и  $m_2 \geq 2 \text{ м}^3$  ( $m_{об} \geq 12 \text{ м}^3$ ) и т.д. Отсюда следует, что величина минимального общего запаса хлыстов перед раскряжевочной установкой при ее планируемой часовой или сменной производительности (в  $\text{м}^3$ ) может изменяться в зависимости от соотношения величин запаса хвойных  $m_1$  и лиственных  $m_2$  хлыстов, образующих суммарный запас. Полученная зависимость позволяет осуществлять управление запасами хлыстов различных пород перед установками ЛО-15С с условием выполнения производственной программы как по общему объему раскряжевки, так и по номенклатуре выпиливаемых сортиментов.

Разработанная математическая модель функционирования раскряжевочных установок может быть использована и при определении показателей функционирования (производительность, управление выходом готовой продукции, размеры запасов предметов труда) большого класса лесозаготовительного оборудования, которое обрабатывает предметы труда с различными характеристиками: сучкорезных машин, цепных пил на раскряжевке, окорочных и шпалорезных станков и т.д.

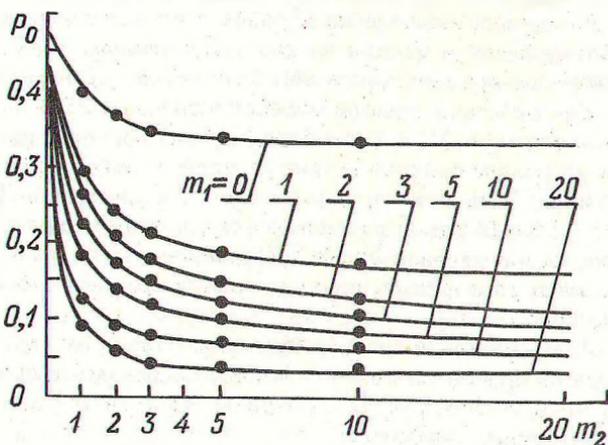


Рис. 2. График функции  $P_0$  в зависимости от величины запаса перед раскряжевочной установкой хлыстов хвойных  $m_1$  и лиственных  $m_2$  пород.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Р е д ь к и н А.К. Управление операциями на лесных складах. — М.: Лесная промышленность, 1979. — 207 с. 2. З а л е г а л л е р Б.Г. Оптимизация технологических процессов нижних складов. — Л.: ЛТА. Ч. 1, 1975. — 132 с. 3. Б а т и н И.В., Д у д ю к Д.Л. Основы теории и расчета автоматических линий лесопромышленных предприятий. — М.: Лесная промышленность, 1975. — 176 с. 4. О в ч а р о в Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания. — М.: Машиностроение, 1969. — 324 с.

УДК 634.0.377

Г.И. ЗАВОЙСКИХ, канд. техн. наук (БТИ)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КРАНОВ ККС-10 И КБ-572 НА НИЖНЕСКЛАДСКИХ РАБОТАХ В УСЛОВИЯХ БССР

На штабелевочно-погрузочных работах нижних складов Минлеспрома БССР в настоящее время эффективно применяются консольно-козловые и башенные краны. В ближайшее десятилетие наибольшее распространение получат консольно-козловые краны типа ККС-10 и башенный кран КБ-572, выпускаемый взамен устаревшей модели БКСМ-14ПМ2. Изучение функционирования этих кранов на операциях штабелевки и отгрузки сортиментов в вагоны представляет определенный интерес при организации работы существующих и проектировании новых нижних складов.

На кафедре технологии лесоразработок БТИ им. С.М. Кирова было проведено исследование функционирования названных кранов на основе данных хронометражных наблюдений, полученных в производственных условиях на различных лесозаготовительных предприятиях БССР и аналогичных условиях за пределами Белоруссии.

Исследование проводилось в два этапа. На первом — из условия получения достаточно надежных результатов определялся объем необходимых наблюдений, проводились наблюдения за работой кранов с учетом затрат времени на обработку пачек и отказы по разным причинам. Очищенные ряды случайных величин по времени цикла обработки пачек кранами и продолжительности времени работы и отказов обрабатывались на ЭВМ по специально разработанной программе [1] с целью определения общих статистических характеристик и установления типа закона распределения. В результате выявлено, что случайные величины продолжительности цикла обработки пачек кранами ККС-10 и КБ-572 и их составляющие с достаточной точностью подчиняются закону распределения Эрланга. Одновременно были получены диапазоны изменения параметров функционирования кранов, необходимых для дальнейшего исследования.

Второй этап исследований предусматривал имитационное моделирование функционирования кранов по разработанному алгоритму и программе для ЭВМ [2] на основе установленных на первом этапе закономерностей и полученных статистических характеристик.

При моделировании имелись в виду наиболее типичные технологические схемы размещения кранов на нижних складах БССР.