

Рис. 2. Зависимости и некоторые частные примеры определения направления магистральной.

*a* — зависимость комплексного коэффициента  $A$  от срока действия магистральной в данной полосе лесного массива;  $1 - Q_r = 450$  тыс.  $m^3$ ;  $2 - Q_r = 300$  тыс.  $m^3$ ;  $3 - Q_r = 150$  тыс.  $m^3$ ; *b* — зависимость предельного значения координаты  $x_{пр}$  точки  $B$  от ширины полосы;  $1 - A = 1,75 \times 10^{-5}$ ;  $2 - A = 3,5 \cdot 10^{-5}$ ;  $3 - A = 7,0 \cdot 10^{-5}$ ; *в* — пример назначения направления магистральной при ширине полос *в тах*, определяемой по формуле (10); *г* — возможный вариант направления магистральной  $OAB'C$  с ответвлением  $AD$  для лесных массивов со сложной конфигурацией границ и весьма неравномерным размещением запасов леса.

На рис. 2, *a* представлена зависимость  $A = f(n)$  для лесовозной дороги с гравийной дорожной одеждой при  $C_m = 30\,000$  р.;  $k_m = 0,05$  р./( $m^3 \cdot km$ );  $k_b = 0,09$  р./( $m^3 \cdot km$ ); а на рис. 2, *б* — зависимость  $x_{пр} = f(b)$  для трех пространственных значений  $A$ .

С учетом того, что при размещении веток в лесном массиве эксплуатационная площадь последнего разделяется на отдельные зоны тяготения к веткам, ширину каждой полосы целесообразно принимать равной оптимальному расстоянию между ветками у мест их примыкания к магистральной. Таким образом,

$$b = \sqrt{\frac{C_b - C_{ус}}{30\gamma b_{ус}}}, \quad (9)$$

где  $C_b$  — стоимость постройки и содержания (за срок службы) 1 км головного участка ветки, р./км;

$C_{ус}$  — стоимость постройки и содержания 1 км уса, р./км;

$b_{ус}$  — стоимость пробега леса по усу, р./( $m^3 \cdot km$ ).

Из формулы (7) и рис. 2, *б* видно, что координата  $x_{пр} = 0$  при

тем, что на опытные кривые наложилась модуляция от упругих колебаний системы. Однако эти колебания невелики и не оказывают существенного влияния на закон движения бревна (бруса).

Результаты опытов подтверждают возможность увеличения скорости бруса (бревна) при приближении пил к середине хода, что позволяет рассчитывать на повышение производительности при одновременном увеличении однородности опилок по длине волокон. При использовании системы переменной подачи значительно уменьшается требуемая величина уклона пил (в данном случае уклон пил необходим лишь для исключения взаимодействия пил с бревном в их верхнем крайнем положении).

Итак, технологические и динамические требования к системе привода подачи лесопильной рамы можно сравнительно просто реализовать за счет использования гидравлического пульсатора на базе высококомментного гидромотора.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1042994 (СССР). Устройство управления гидродвигателем подачи лесопильной рамы/ В. Н. Дерягин, Р. В. Дерягин, Л. Л. Лебедев.— Огубл. в Б. И., 1983, № 35. [2]. Дерягин Р. В., Дерягин В. Н. О движении бревна при постоянной передаточной функции механизма подачи лесопильной рамы.— В кн.: Станки и инструменты деревообрабатывающих производств. Вопросы надежности и долговечности.— Л.: ЛТА, 1983, с. 35—39. [3]. Ермаков В. В. Гидравлический привод металлорежущих станков.— М.: Машгиз, 1963.— 324 с. [4]. Филькевич В. Л. Динамика лесопильных рам.— М.: Лесн. пром-сть, 1968.— 244 с.

Поступила 13 апреля 1984 г.

УДК 674.093 : 658

## УПОРЯДОЧЕНИЕ ПОТОКОВ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ЛЕСОПИЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Л. Л. ЛУРЬЕ

ЦНИИМОД

Оперативная информация представляет собой совокупность сведений о лесопильном предприятии как объекте управления в некоторый момент времени. Состояние объекта управления можно охарактеризовать множеством значений контролируемых параметров

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}. \quad (1)$$

Совокупность контролируемых параметров  $\{X_i\}$  — информационный образ управляемой системы в управляющей. При этом управляющая система контролирует конечное число параметров, что предопределяет приблизительность отображения объекта управления и конечность построения системы.

В сложной иерархической системе, которой является система управления лесопильным предприятием, каждый элемент использует часть информационного образа объекта управления. Для однозначной оценки функционирования объекта управления необходимо, чтобы все сведения, поступающие к различным элементам системы управления, формировались из одного и того же фиксированного набора контролируемых параметров. В системе управления можно выделить относительно самостоятельную подсистему обработки данных, предназначенную для снабжения всех элементов управляющей системы необходимыми для их функционирования сведениями о состоянии объекта управления. Формализованное описание и анализ этой подсистемы вызывают особый интерес

с точки зрения передачи функций обработки данных средствам вычислительной техники.

Число параметров, характеризующих состояние такой сложной системы как лесопильное предприятие, может быть очень большим. В то же время нет достаточных оснований отрицать тот факт, что и в том виде, в каком система существует, она получает необходимые ей сведения об объекте управления. Поэтому представляется возможным на основе анализа реальных информационных потоков лесопильного предприятия получить номенклатуру сведений исходных и используемых различными элементами системы управления.

Все уровни системы управления получают интересующие их сведения в виде сообщений. Сообщения обычно имеют как устную (при личном общении, по телефону), так и письменную (документы) формы. Сообщение о материальном объекте или событии состоит из конечного набора свойств данного объекта и набора значений этих свойств

$$x_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{in_i}). \quad (2)$$

Под информационным потоком понимаем направленное движение сообщений от источников их возникновения к приемникам, их использующим. Сообщения в потоке подвергаются обработке, которая заключается в образовании новых сообщений из некоторых исходных.

Основа регламентированных потоков сведений в системе управления лесопильным предприятием — документопотоки. В сложившихся потоках информации документы являются средствами регистрации, пере-

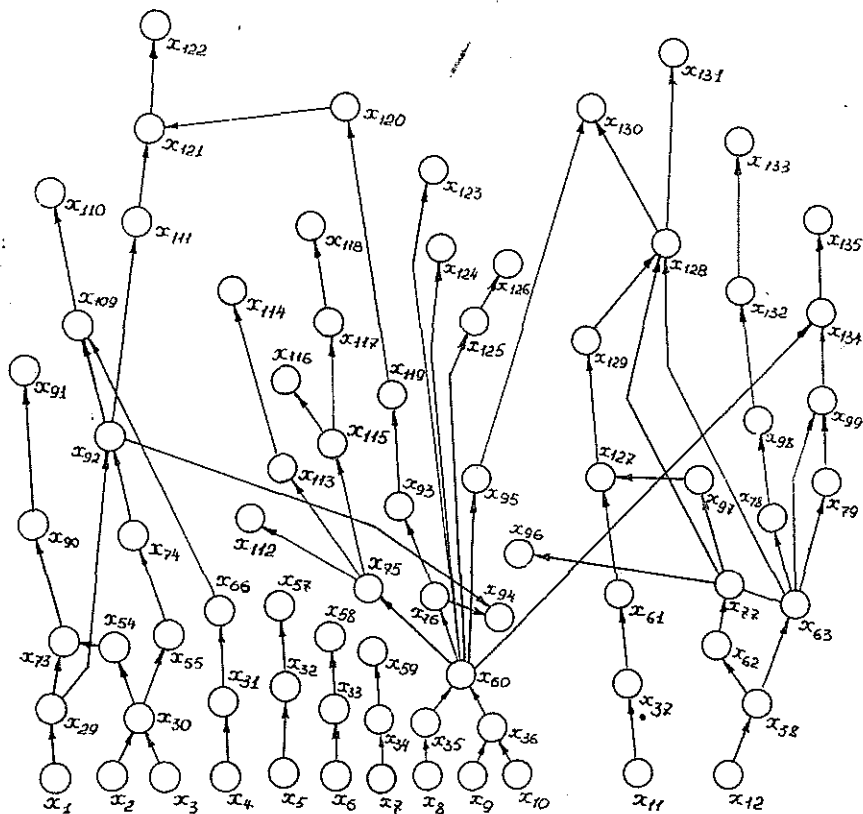


Рис. 1.

дачи, хранения сведений. Приняв за основу документопоток, необходимо также учитывать сообщения, передаваемые регулярно при личном общении или по телефону и используемые для заполнения различного рода документов. Документы, как правило, представляют собой конечный набор сообщений вида (2).

Сообщения  $x_1, x_2, \dots, x_k$  сопоставим с вершинами  $x_1, x_2, \dots, x_k$  ориентированного графа  $G(X, U)$  и каждую пару вершин  $x_i$  и  $x_j$  соединим дугой  $u_{ij}$ , идущей от  $x_i$  к  $x_j$ , только в том случае, когда  $x_i$  используется для образования сообщения  $x_j$ . Тогда получим схему, называемую информационным графом [3].

На рис. 1 приведен фрагмент информационного графа, соответствующий потоку информации о сырье, пиломатериалах и работе головного лесопильного оборудования на Соломбальском лесопильно-деревообрабатывающем комбинате (СЛДК). Для СЛДК — крупнейшего лесопильного предприятия страны — информационный граф потока оперативной информации содержит порядка 600 вершин и визуально не воспринимается. Поэтому приводить его целиком нецелесообразно. Решения, справедливые для СЛДК, применимы к другим предприятиям, так как их информационные потоки не сложнее.

Методы анализа информационных графов достаточно полно изложены в литературе [1, 3]. Так, если  $G$  — информационный граф, а  $A = \{a_{ij}\}$  — его матрица смежности, то элемент  $a_{ij}^{(\lambda)}$  матрицы  $A^\lambda$ , полученной возведением матрицы  $A$  в степень  $\lambda$ , равен числу различных путей длиной  $\lambda$ , идущих от  $x_i$  к  $x_j$ .

Последовательность матриц  $A, A^2, \dots, A^N$  и матрица  $\delta = \sum_{\lambda=1}^N A^\lambda$  позволяют выявить следующие свойства схемы потока информации:

равенство нулю суммы элементов  $j$ -того столбца матрицы смежности  $A$  служит признаком для формального выделения исходных сообщений;

равенство нулю суммы элементов  $i$ -той строки матрицы смежности  $A$  служит признаком для выделения выходных сообщений;

число путей длины  $\lambda$ , от  $x_i$  к  $x_j$  определяется элементом  $a_{ij}^{(\lambda)}$  матрицы  $A^\lambda$ ;

число всевозможных путей от  $x_i$  к  $x_j$  определяется элементом  $\sigma_{ij}$  матрицы  $\delta$ .

Анализ информационного графа размерности порядка сотен вершин возможен только с применением современных ЭВМ. Выполнение программы анализа потока информации о сырье, пиломатериалах и простоях оборудования СЛДК заняло 47 мин машинного времени ЕС-1022.

Анализ показал, что некоторые исходные сведения попадают в выходные сообщения, документы двумя и более (до четырех) путями. Дублирующие составляют 19,6 % от общего числа путей формирования выходных сообщений из исходных. В то же время 24,3 % выходных сообщений имеют сведения, уже содержащиеся в других сообщениях, документах (дублирующие записи).

Упорядоченный информационный поток соответствует графу, оптимальному по критерию минимума дублирующих путей и дублирующих записей. Очевидно, информационный граф, состоящий из компонент связности, имеющих единственные выходные вершины, не содержит дублирующих путей и дублирующих записей. Однако при синтезе оптимального графа необходимо исключить утрату промежуточных вершин, соответствующих сведениям, используемым на нижних уровнях управления. Кроме того, некоторые формы учета и отчетности не могут быть изменены.

Чтобы учесть эти ограничения, строится расширенный информационный граф  $G (\{X, B\}, U)$  [1, 2]. Для этого вводятся множества вершин, соответствующих функциям управления:

$B_1$  — отчетность перед вышестоящими организациями;

$B_2$  — управление предприятием;

$B_3$  — оперативно-диспетчерское управление основным производством;

$B_4$  — оперативное управление цехом, участком, бригадой.

Вершины  $x_i \in X$  и  $b_j \in B$  считаются смежными, если сообщение  $x_i$  непосредственно используется для выполнения функции  $b_j$ .

Имеются следующие исходные для упорядочения информационного потока:

расширенный информационный граф  $G (\{X, B\}, U)$ ;

информационный граф  $G (X, U)$ ;

матрица смежности информационного графа  $A = \{a_{ij}\}$ ;

матрица  $\delta = \{\sigma_{ij}\} = \sum_{\lambda=1}^N A^\lambda$ ;

множество исходных сообщений информационного графа

$$X_1 = \{x | \Gamma_x^{-1} = \emptyset\};$$

множество выходных сообщений информационного графа

$$X_2 = \{x | \Gamma x = \emptyset\}.$$

Множество  $D(x_i)$  вершин, достижимых из  $x_i$ , определяется как множество индексов ненулевых элементов  $i$ -той строки матрицы  $\delta$ .

Множество  $D^*(x_j)$  вершин, из которых достижима вершина  $x_j$ , определяется как множество индексов ненулевых элементов  $j$ -того столбца матрицы  $\delta$ .

Процесс упорядочения информационного потока представляется как набор следующих операций.

1. Для каждого входного сообщения  $x_p \in X_1$  в множестве достижимости  $D(x_p)$  ищем такие выходные сообщения  $x_i \in X_2$ , которые используются для отчетности перед вышестоящими организациями:

$$x_i \in X_2 \cap D(x_p) \cap \{x/x = \Gamma^{-1} B_1\}. \quad (3)$$

2. Если  $X_2 \cap D(x_p) \cap \{x/x = \Gamma^{-1} B_1\}$  — непустое множество, то в множестве вершин, достижимых из  $x_p$  и из которых достижима  $x_i$ , ищется ближайшая к  $x_p$  вершина  $x_s$  из множества сообщений, используемых на уровне управления предприятием:

$$x_s \in D(x_p) \cap D^*(x_i) \cap \{x/x = \Gamma^{-1} B_2\} \quad (4)$$

и

$$s = \min \{s\}.$$

Если

$$X_2 \cap D(x_p) \cap \{x/x = \Gamma^{-1} B_1\} = \emptyset, \quad (5)$$

то

$$x_s \in X_2 \cap D(x_p) \cap \{x/x = \Gamma^{-1} B_2\} \quad (6)$$

и

$$s = \min \{s\}.$$

3. В множестве вершин, достижимых из  $x_p$  и из которых достижима  $x_s$ , находим ближайшую к  $x_p$  вершину  $x_r$  из множества сообще-

ний, используемых на уровне оперативно-диспетчерского управления производством:

$$x_r \in D(x_p) \cap D^*(x_s) \cap \{x/x\Gamma^{-1}B_3\} \quad (7)$$

и

$$r = \min \{r\}.$$

Если выполняется условие (5) и

$$X_2 \cap D(x_p) \cap \{x/x = \Gamma^{-1}B_2\} = \emptyset, \quad (8)$$

то

$$x_r \in X_2 \cap D(x_p) \cap \{x/x = \Gamma^{-1}B_3\} \quad (9)$$

и

$$r = \min \{r\}.$$

4. В множестве вершин, достижимых из  $x_p$  и из которых достижима  $x_r$ , находим ближайшую к  $x_p$  вершину  $x_q$  из множества сообщений, используемых на уровне управления соответствующим цехом, участком, бригадой:

$$x_q \in D(x_p) \cap D^*(x_r) \cap \{x/x = \Gamma^{-1}B_4\} \quad (10)$$

и

$$q = \min \{q\}.$$

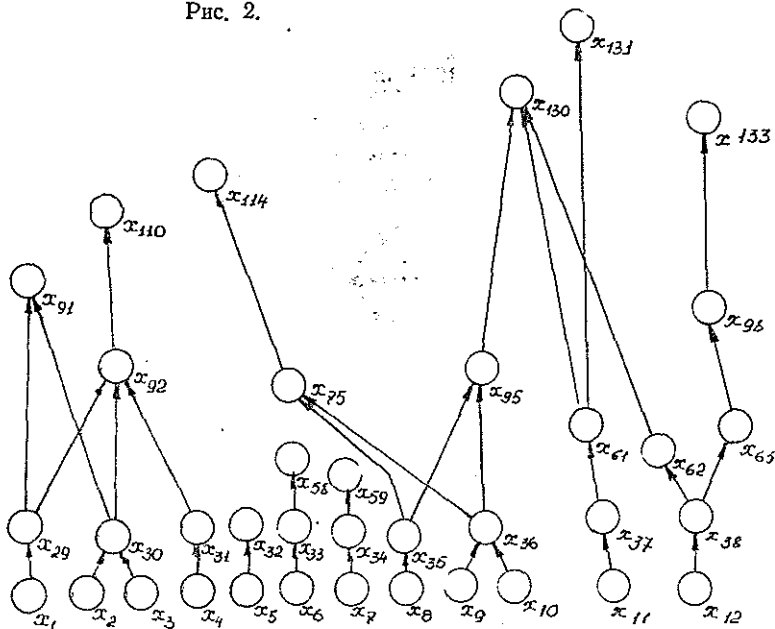
Если выполняются условия (5) и (8) и

$$X_2 \cap D(x_p) \cap \{x/x = \Gamma^{-1}B_3\} = \emptyset, \quad (11)$$

то

$$x_q \in X_2 \cap D(x_p) \cap \{x/x = \Gamma^{-1}B_4\} \quad (12)$$

Рис. 2.



и

$$q = \min \{q\}.$$

Оптимальный информационный граф содержит только вершины  $x_p, x_q, x_r, x_s, x_t$ , соединенные дугами  $u_{pq}, u_{qr}, u_{rs}, u_{st}$ .

Применение предлагаемого алгоритма для решения задачи упорядочения потоков большой размерности реально только на современных ЭВМ. На рис. 2 приведен фрагмент информационного графа, полученного в результате решения на ЭВМ ЕС-1022 задачи упорядочения потоков информации о сырье, пиломатериалах и простоях оборудования СЛДК.

Сопоставление схемы потока до и после упорядочения показало, что общее количество сообщений, документов сократилось на 41 % при полном сохранении полезной информации на всех уровнях управления. Так, например, отсутствующие на рис. 2 вершины  $x_{124}, x_{125}, x_{126}$  соответствуют документам «Журнал распила сырья в лесоцехе», «Журнал для разноса бревен по диаметрам», «Спецификация распиленных бревен», которые содержат ту же информацию, что и документ «Справка о распиле сырья в лесоцехе» ( $x_{95}$ ).

Организация информационных потоков в соответствии с оптимальным информационным графом возможна лишь при условии концентрации функций формирования всех выходных сообщений в специализированной системе обработки данных.

Упорядочение потоков информации оказывает большое влияние на повышение качества функционирования системы управления при любом уровне ее оснащения техническими средствами. При традиционных, неавтоматизированных формах обеспечивается значительное снижение загрузки управленческого персонала заполнением различных дублирующих документов. Применение ЭВМ предполагает строгую формализацию входной информации и процедур ее обработки, поэтому упорядочение потоков информации является предпосылкой создания АСУ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зингер И. С., Садовников В. И., Семенов А. И. Производство, информация, управление.— М.: Наука, 1976. [2]. Оре О. Теория графов: Пер. с англ./ Под ред. Н. Н. Воробьева.— М.: Наука, 1980. [3]. Садовников В. И., Эпштейн В. Л. Потоки информации в системах управления.— М.: Энергия, 1974.

Поступила 6 марта 1984 г.

УДК 624.011.1 : 674.028.9 : 002.273

### УТОЧНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ДОЩАТОКЛЕЕННЫХ РАМ С КРИВОЛИНЕЙНЫМИ УЧАСТКАМИ

Е. Н. СЕРОВ, С. Ю. ТАБУНОВ

Ленинградский инженерно-строительный институт  
Вологодский политехнический институт

Один из наиболее удачных типов клееных деревянных конструкций (КДК) для каркасных зданий — дощатоклееные рамы. Результаты натурных обследований и испытаний этих конструкций показали, что у различных типов клееных рам разные коэффициенты безопасности. Видимо, создавшееся положение требует более достоверных методов проверки их прочности.