

Рис. 5. Эпюры скоростей:

а — скорость на выходе — 0,60; углы входа — 30,00 — и выхода — 32,58; профильные потери — 0,057; б — $\lambda = 0,57$; $\beta_1 = 90,0$; $\beta_2 = 20,4$; $\zeta = 0,041$

тиях и организациях страны. Программы используются и в учебном процессе в рамках двух вузов.

В 1979 г. подсистема, к примеру, была использована для полного расчета лопаточных венцов всех ступеней турбины двигателя аэробуса ИЛ-86.

Для написания программ использован алгоритмический язык Фортран. В условиях одного из предприятий подсистема переведена на языки Бейсик и Паскаль.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаков С. И., Пирогова И. И., Тугушев Н. У. Комбинированный метод решения прямой задачи гидродинамики решеток профилей турбомашин // Изв. вузов. Энергетика. — 1984. — № 8.
2. Исаков С. И., Тугушев Н. У. Представление профилей лопаток турбин тригонометрическими рядами // Проектирование и доводка авиационных газотурбинных двигателей. — Куйбышев: КуАИ, 1981.
3. Исаков С. И., Мамаев Б. И., Тугушев Н. У. Расчет пограничного слоя и оценка профильных потерь в турбинных решетках // Там же. — 1985.

Поступила в редакцию 17 января 1990 г.

УДК 681.3.084 : 658.513

Д. А. ЗАЙЦЕВ, А. И. СЛЕПЦОВ

(Донецк)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ДИСПЕТЧЕРА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Попытки всеобъемлющей формализации задач оперативного планирования, и в особенности диспетчеризации машиностроительного предприятия, были обречены на неудачу ввиду обилия факторов, влияющих на реальный процесс производства. Решение этих задач должно дости-

© 1990 Зайцев Д. А., Слепцов А. И.

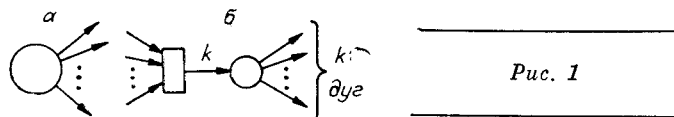


Рис. 1

гаться во взаимодействии человека-диспетчера, обладающего определенным опытом, с инструментальной компьютерной системой.

Быстрая оценка текущего состояния, включающего в себя состояния тысяч деталей и узлов сотен единиц изделий, одновременно находящихся в производстве, моделирование ситуаций, выбор эффективных решений невозможны без наглядного образного представления информации.

В настоящей работе предложен подход к созданию инструментальных систем диспетчера, основанный на визуализации производственных процессов с помощью нагруженных временных сетей Петри [4] специального вида. В основу подхода положена следующая методология:

1. Обеспечиваются два уровня представления процессов: макроуровень технологических деталейкомплектов; микроуровень отдельных деталей и сборочных единиц.

2. На макроуровне эталонный процесс изготовления изделия описывается сетью, называемой базовым графиком изготовления изделия (БГИИ) и состоящей из фрагментов сетей Петри двух типов: конструктивов «Потребляемый ресурс» (рис. 1, а) и «Работа» (рис. 1, б) — и связей между ними, изображаемых дугами. Выбор конструктивов обусловлен требованием удобства работы с сетями для конечного пользователя — диспетчера. Восстанавливаемые ресурсы оборудования фигурируют на макроуровне в обобщенной форме трудоемкостей по видам работ (токарные, слесарные и т. п.).

3. С конструктивами ассоциируются атрибуты. Часть атрибутов имеет идентифицирующий характер: наименование, обозначение, исполнитель. Другая часть — трудоемкости, длительности производственных циклов — служит для вычисления состояний сети Петри и времен срабатывания переходов. На макроуровне состояние перехода определяется долей реализованной трудоемкости от суммарной трудоемкости соответствующей работы.

4. Микроуровень включает в себя списки деталей конструктивов «Работа» и сети, описывающие эталонные процессы изготовления деталей.

5. Процесс производства моделируется прохождением потока фишек, соответствующих различным единицам изделий, через эталонные сети.

6. В целях хранения плановых показателей и наглядного отображения текущего состояния каждой единицы изделия создаются копии эталонных сетей — плановые графики изготовления изделий (ПГИИ). Атрибуты конструктивов ПГИИ содержат

плановые сроки запуска и текущие состояния работ и ресурсов. В целях повышения информационной емкости рисунка в отличие от традиционного представления сетей Петри графически отображаются состояния конструктивов ПГИИ, изображенные на рис. 2. Кроме того, цветом либо мерцанием выделяются работы, запаздывающие по отношению к плановым показателям.

7. Разнообразные выходные и промежуточные формы представления информации: таблицы, линейные графики заданий и планов подразделений предприятия — об-

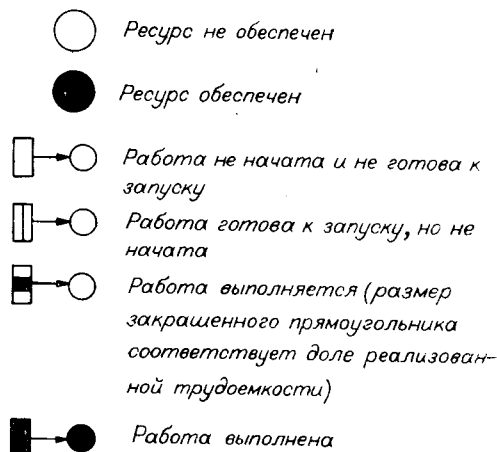


Рис. 2

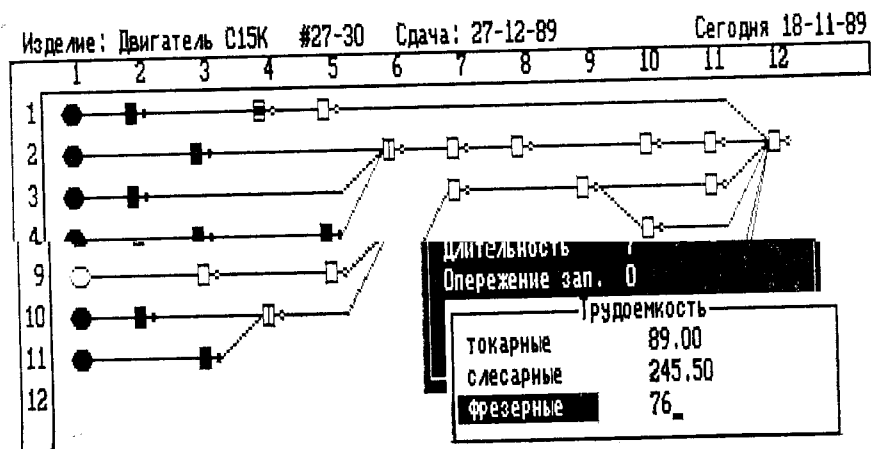


Рис. 3

разуются в результате интерпретации базовой сетевой модели.

Выбор сетей Петри обусловлен тем, что они позволяют эффективно моделировать параллельно-последовательные и конвейерные процессы [2], каковыми являются производственные процессы на машиностроительном предприятии [3], и вместе с формальным математическим описанием имеют наглядное графическое представление, дающее возможность визуально оценивать состояние моделируемого объекта и различные варианты его поведения.

Реализованная на основе описанного подхода система ОПЕРА выполняет в автоматическом режиме:

- построение БГИИ по данным о связности его конструктивов;
- балансировку на макро- и микроуровнях трудоемкостей планов и мощностей подразделений предприятия по эвристическому алгоритму.

В интерактивном графическом режиме система обеспечивает:

- ввод (корректировку) сети и атрибутов ее конструктивов;
- отображение текущего состояния каждой единицы изделий в сравнении с плановыми показателями в темпе реализации производственных процессов;

моделирование производственных ситуаций с возможностью сохранения результатов прогноза в качестве плановых показателей;

инструментальную поддержку ручной балансировки планов с отображением графиков мощностей подразделений и их фактической загрузки работами плана на временной оси.

Имитация динамики сети выполняется при моделировании ситуаций и корректировке атрибутов. Возможна визуализация динамики сети в пошаговом режиме. Выбор работ для запуска производится автоматически либо интерактивно путем отметки с помощью графического курсора и функциональной клавиатуры.

Пространство координат сети представляет собой целочисленную решетку, образованную вертикальными линиями — ярусами — и горизонтальными — строками. Нумерация строк и ярусов начинается с единицы. Ограничения на максимальные номера яруса и строки определяются разрядной сеткой машинного представления целых чисел и объемом доступной оперативной памяти. В каждом узле решетки может находиться конструктив либо узел связи, проходящей через ярусы. Поддерживаются несколько окон в пространстве координат сети, положение которых изменяется клавишами управления курсором либо путем не-

посредственного ввода координат левого верхнего угла; при отображении окон в области вывода экрана выполняется масштабирование. Атрибуты конструктивов вводятся (корректируются) в текстовых окнах, создаваемых в графическом режиме. Предусмотрено отображение части атрибутов в окнах сети. На рис. 3 представлен образ экрана во время интерактивной корректировки ПГИИ.

Гибкость системы и отсутствие существенных ограничений на размер объектов достигаются за счет динамического создания описателей элементов сети, быстрый доступ к которым выполняется посредством матрицы указателей; ячейки матрицы соответствуют узлам решетки.

Система реализована на IBM — совместимой ПЭВМ в среде операционной системы MS — DOS на языке программирования Си и в настоящее время находится в опытной эксплуатации на предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Слепцов А. П., Юрасов А. А. Автоматизация проектирования вычислительных систем гибких автоматизированных производств/Под ред. Б. Н. Малиновского.— Киев: Техника, 1986.
2. Котов В. Е. Сети Петри.— М.: Наука, 1984.
3. Горбатов В. А., Кафаров В. В., Павлов П. Г. Логическое управление технологическими процессами.— М.: Энергия, 1978.

Поступила в редакцию 16 января 1990 г.

УДК 681.3.015 : 621.396.6.001.63

С. В. ГОРИН
(Челябинск)

ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Описываемая САПР ПРИЗМА-2 ориентирована на автоматизированное формирование и выпуск конструкторско-технологической документации печатных плат. Система обеспечивает кодирование эскиза платы, формирование и выпуск комплекта преимущественно графических документов, а также получение управляющих перфолент для станков с ЧПУ.

Существует множество подобных систем, различающихся уровнем сервиса и используемыми техническими средствами. В данной работе остановимся на способах представления информации.

Как следует из назначения системы, центральным понятием в ней является документ. Применительно к печатным платам это спецификация, сборочный чертеж, фотошаблон и т. п. Ограничимся рассмотрением графических документов. В рамках системы документ создается, редактируется, выпускается и передается для изготовления объекта проектирования.

Любой графический документ может быть описан совокупностью графических примитивов типа точка и ломаная, текст, дуга. На этом основан первый из существующих подходов к представлению формируемых документов. Каждый из документов комплекта описывается на некотором языке, базирующемся на графических примитивах, и документация представляется в виде набора описаний готовых документов.

Примером данного языка может служить язык представления графической и текстовой информации (ЯГТИ). Подобный язык был положен в основу графической компоненты первой версии описываемой системы [1].

При данном подходе легко получается твердая копия любого из документов, поскольку требуется лишь отобразить совокупность примити-