

ЗАМЕТКИ И ПИСЬМА

РАСЧЕТ НА ЭВМ СРЕДНЕВЗВЕШЕННЫХ НОРМ РАСХОДА МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

А. С. УШАКОВ, Ю. А. ПЕРВИН

(Горький)

Для укрупненных расчетов потребности в материальных ресурсах используются средневзвешенные нормы расхода. Их величина зависит от установленного плана производства, ассортимента изделий, поиздельных или подетальных норм расхода. Любое изменение одного из этих показателей влечет за собой изменение средневзвешенных норм расхода. Эти нормы удобны для использования в вышестоящих звеньях управления производством, планирующих и других органах, так как исключают проведение этими органами громоздких расчетов, неизбежных при работе с поиздельными нормами.

Однако средневзвешенные нормы весьма недолговечны. Любое изменение программы, ассортимента или поиздельных норм влечет за собой изменение средневзвешенных норм — их можно считать точными только на момент составления. Кроме того, расчет и корректировка средневзвешенных норм — очень трудоемкие операции, они отнимают у работников, занятых материальным нормированием, много времени. Например, для расчета средневзвешенных норм расхода материалов в производстве мебели на предприятиях Волго-Вятского экономического района при постоянном участии в работе шести человек ежегодно требовалось около четырех месяцев. Частые корректировки планов производства приводили к задержке расчетов потребности в материалах и использованию устаревших данных с последующим внесением поправок.

С целью уменьшения трудоемкости и сроков этих расчетов в Волго-Вятском экономическом районе в настоящее время закончена работа по определению на электронно-вычислительной машине средневзвешенных норм расхода материалов на 1 млн. руб. стоимости и на 1000 шт. одноштучных изделий мебельной промышленности.

Предприятия экономического района выпускают около 700 наименований различной и одноштучной мебели на сумму 65 млн. руб. в год в оптовых ценах, ее изготовление сосредоточено на 60 фабриках и заводах, которые относятся к восьми министерствам и ведомствам. При ежегодном пересмотре норм расхода материалов для утверждения в вышестоящих организациях необходимо было в соответствии с поиздельными нормами, планом производства и оптовыми ценами разработать средневзвешенные нормы расхода по 22 позициям материалов на 1 млн. руб. и 1000 шт. одноименных изделий с разбивкой по групповому ассортименту мебели в разрезе министерств и ведомств и в целом по экономическому району.

Работе по автоматизации расчетов предшествовала подготовка и заполнение исходной документации. Этой документацией и носителем информации об изделии являлась карточка, в которую были занесены в зашифрованном виде все данные, используемые в расчетах (форму карточки см. на стр. 451).

Математическим отделом Горьковского проектно-технологического и научно-исследовательского института была проведена алгоритмизация задачи, составлена программа и выполнен расчет средневзвешенных норм на ЭВМ Урал-2.

Информация об изделии включает в себя: 1) наименование изделия, 2) артикул, 3) номер группы по групповому ассортименту мебели, 4) предприятие-изготовитель, 5) управление (ведомственная принадлежность), 6) производственный план, 7) оптовую цену изделия, 8) нормы расхода материалов.

Исходная информация, пробитая на перфокартах, рассортирована (подобрана предварительно) по предприятиям. Таким образом, последовательный ввод в машину нескольких колод перфокарт или соответственно нескольких массивов информации с магнитных лент обеспечивает обработку информации, соответствующую нескольким предприятиям. Данные обработки нескольких массивов информации по предприятиям

Вид мебели (корпусная, решетчатая и т. д.)		Ведомственная принадлежность (управление)					
Наименование мебели (стол, стул и т. д.)		Предприятие, фабрика					
Артикул							
Оптовая цена		План производства					
№ п/п	Шифр материала	Материал	Ед. изм.	Норма расхода			
				1964	1965	1966	1967
1	M-01	Пиломатериал	м ³				
2	M-02	Столярная плита	»				
3	M-03	Древесно-стружечная плита	»				
4	M-04	Итого пиломатериалов с учетом заменителей	»				
5	M-05	Древесно-волоконистая плита	»				
6	M-06	Фанера клееная	»				
7	M-07	Шпон	»				
8	M-08	Итого фанеры с учетом заменителей	»				
9	M-09	Фанера строганая	м ²				
10	M-10	Клей казеиновый	кг				
11	M-11	Клей костный	»				
12	M-12	Клей мездровый	»				
13	M-13	Смола	»				
14	M-14	Нитропродукция	»				
15	M-15	Маслопродукция	»				
16	M-16	Олифа	»				
17	M-17	Нитролак	»				
18	M-18	Нитрорастворитель	»				
19	M-19	Шлифшкурка на бумаге	»				
20	M-20	Шлифшкурка на полотне	»				
21	M-21	Гвозди	»				
22	M-22	Шурупы	»				

образуют цикл по управлению, сводная информация по экономическому району полна чена образованием еще одного цикла из нескольких управлений. Схема алгоритма подробнее описана ниже.

Принятый порядок обработки позволяет ограничиться нанесением на перфокарты следующей производственно-экономической информации: 1) норм расхода материалов на изготовление одного изделия (проставлены 22 числа в соответствии с принятым порядком перечисления материалов, 2) оптовой цены изделия, 3) годового производственного плана выпуска изделия; перечисленные три группы информации — десятичные числа; 4) восьмеричной информации об изделии, включающей: а) наименование изделия (стол, стул и т. д.), б) специфика изделия (обеденный, гнутый и т. д.), в) группу изделия (корпусная, решетчатая и т. д.).

Кодирование информации группы 4 в восьмеричной системе вызвано не принципиальными соображениями, а лишь удобством составления программ. В этом случае удается, с одной стороны, записать коды очень компактно и, с другой — избежать дополнительного включения подпрограмм перевода из десятичной системы в восьмеричную.

Восьмеричная информация об изделии размещается в одной неполной ячейке ЭВМ Урал-2 следующим образом:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
								Г			О			N				

Здесь G — группа изделия (разряды с 9-го по 12-й включительно), O — специфика изделия (разряды с 13-го по 15-й включительно), N — наименование изделия (разряды с 16-го по 18-й включительно).

Поскольку приводимая ниже схема алгоритма записана в операторном виде, напомним некоторые из общепринятых и введенных в схему (1) обозначений.

1. Заглавные буквы — операторы или группы операторов-блоков.

2. $\prod_{j=1}^n$ — повторяющаяся n раз последовательность операторов-блоков с индексами j в их обычном порядке 1, 2, ..., n с изменением индекса j внутри операторов при переходе к последующему оператору.

3. Логические условия обозначены малой буквой и индексом, отличающим одно условие от другого. При выполнении условия (в случае положительного ответа на вопрос логического условия) следующим выполняется непосредственно за логическим условием написанный оператор; при невыполнении условия выполняется тот оператор, перед которым опущена стрелка с обозначением соответствующего логического условия.

4. Горизонтальные стрелки в описаниях операторов означают засылку результата, записанного левее стрелки, в ячейки, указанные правее стрелки.

Схема алгоритма, записанная в операторном виде, представляет собой три цикла обработки информации: 1) по изделиям, 2) по предприятиям и 3) по управлениям, из которых каждый последующий цикл полностью охватывает предыдущий. Каждому циклу предшествует его формирование, управляющее прохождением цикла. Внутренний цикл формируется при вводе с перфокарт (с магнитной ленты) информации об изделиях, изготавливаемых на предприятии. Последующие циклы формируются выборкой количеств изделий на предприятии и количеств предприятий в управлении.

В начале каждого внутреннего цикла заключен еще один малый цикл, предусматривающий расчет 23 чисел, 22 из которых представляют затраты соответствующих материалов на годовой выпуск изделия, а 23-е число — оптовую стоимость изделия в объеме плана производства. Все 23 числа составляют содержание группы рабочих ячеек, которые далее накапливаются в соответствующих счетчиках видов продукции, групп изделий, предприятий, управлений и т. д. Этот малый цикл обозначен в схеме (5) буквой V .

В последние три группы счетчиков прибавление ведется при каждом прохождении внутреннего цикла и на любой его ветке, поэтому это прибавление объединяется в блок, который указан в схеме (5) буквой A . По существу A исполняет такую последовательность операций:

$$A = \prod_{j=1}^{23} (a_j + r_j \rightarrow a_j) \prod_{j=1}^{23} (b_j + r_j \rightarrow b_j) \prod_{j=1}^{23} (c_j + r_j \rightarrow c_j), \quad (1)$$

где r_j , a_j , b_j , c_j — группы рабочих ячеек соответственно: r_j — изделий, a_j — предприятий, b_j — управлений, c_j — в целом по району.

Код каждого поступившего на рассмотрение изделия анализируется на принадлежность к группе. Этому анализу соответствуют логические условия в схеме p_1, p_2, \dots, p_8 . Индекс логического условия соответствует номеру группы мебели. Например, логическое условие p_6 следует читать: «принадлежит ли рассматриваемое изделие к группе детской мебели?».

Таким образом, внутренний цикл состоит из восьми блоков B_1, B_2, \dots, B_8 , соответствующих номерам групп мебели и включаемых соответствующими логическими условиями p_1, p_2, \dots, p_8 . Структурно все блоки B выглядят одинаково. Прежде всего, каждый из блоков B включает блок D_i , прибавляющий содержимое группы r_i к счетчикам d_{ij} , в которых накапливается объем выпускаемой продукции в группе мебели i :

$$D_i = \prod_{j=1}^{23} (d_{ij} + r_j \rightarrow d_{ij}). \quad (2)$$

Затем последовательно проверяется совпадение кода рассматриваемого изделия с кодом изделий рассматриваемой группы. При условии совпадения кодов группа ячеек r_j прибавляется к счетчикам соответствующего изделия.

Ввиду однородности структуры блоков B_i рассмотрим подробнее в качестве примера один из них — B_2 :

Учитывая, что методика расчета средневзвешенных норм расхода в других отраслях промышленности имеет много общего с описанной, очевидно, что разработка алгоритмов и программ для новых условий не займет длительного времени и обеспечит такие же преимущества перед расчетом вручную. Таким же путем на машинах могут рассчитываться нормы расхода материалов на 1 млн. руб. стоимости инструмента, запасных частей, химического оборудования, строительно-монтажных работ; на тысячу штук однотипных изделий в различных отраслях промышленности, на тонну годного литья и т. д.

В разработке описанного метода расчета принимали участие работники технического управления б. Волго-Вятского совнархоза, отдела нормирования материалов и математического отдела Горьковского проектно-технологического и научно-исследовательского института.

Поступила в редакцию
25 II 1966

МЕТОД РЕШЕНИЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

М. В. АЛЕКСАНДРОВ, Ю. П. САВИЦКИЙ

(Ленинград)

Широкое внедрение средств автоматизации в различные отрасли промышленности поставило в настоящее время перед службами эксплуатации устройств автоматизации на предприятиях задачу оптимальной организации обслуживания большого количества приборов. Решение этой задачи обеспечивает существенное сокращение суммарных производственных затрат, связанных с отказом систем автоматизации.

Время простоя автоматических устройств может быть уменьшено путем увеличения численности ремонтного персонала, а также созданием резервного парка приборов. При этом важно определить оптимальное соотношение между численностью ремонтного персонала и резервом приборов, при котором суммарные производственные затраты будут наименьшими. Однако применяемые в настоящее время нормы и методы расчета не учитывают вероятностного характера процессов обслуживания и, следовательно, не позволяют найти такое соотношение.

Для решения задачи оптимальной организации обслуживания необходимо минимизировать целевую функцию вида

$$F(n, l) = Kc_1n + c_2M + c_3l, \quad (1)$$

где n — численность ремонтного персонала; l — количество запасных приборов; $M = \varphi(n, l)$ — математическое ожидание числа отказавших приборов, которые не могут быть заменены резервными, когда запас полностью израсходован; K — коэффициент сменности работы ремонтного персонала; c_1 — заработная плата (с начислениями) одного ремонтного рабочего в единицу времени (руб.); c_2 — потери на производстве, связанные с неисправностью одного прибора автоматизации, в единицу времени (руб.); c_3 — стоимость одного запасного прибора, приведенная к единице времени (руб.).

Значения функции $M = \varphi(n, l)$ можно найти только методами теории массового обслуживания, так как рассматриваемые процессы технической эксплуатации устройств автоматизации и контрольно-измерительных приборов носят вероятностный характер, и решение не может быть получено элементарными арифметическими приемами.

Совокупность приборов промышленной автоматизации, обслуживающего персонала и их взаимодействие можно рассматривать как типичную систему массового обслуживания. Действительно, возникновение отказов зависит от ряда случайных факторов и довольно хорошо описывается законом распределения Пуассона; также от случайных причин зависит и продолжительность ремонта, которую можно принять подчиняющейся показательному закону распределения. Данная система в терминах теории массового обслуживания называется неупорядоченной системой без потерь или с ожиданием. Это означает, что, во-первых, требование (отказавший прибор) поступает в любой свободный канал обслуживания (к работнику мастерской) и, во-вторых, в случае занятости всех каналов обслуживания требования образуют очередь, не покидая систему необслуженными, т. е. «потерь» требований не происходит.

Входящий поток требований характеризуется параметром λ — средним числом требований в единицу времени. Параметром обслуживания является величина $v = T_{\text{обсл}}^{-1}$, где $T_{\text{обсл}}$ — среднее время обслуживания одного требования.

Для подобных систем с неограниченным входящим потоком известен ряд зависимостей [1]:

$$p_k = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{v} \right)^k p_0, \quad 1 \leq k \leq n, \quad (2)$$

$$p_k = \frac{1}{n! n^{k-n}} \left(\frac{\lambda}{v} \right)^k p_0, \quad k \geq n, \quad (2')$$

где p_k — вероятность нахождения в обслуживающей системе k требований; n — число каналов обслуживания; p_0 — вероятность отсутствия требований в системе;

$$p_0 = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{v} \right)^k + \frac{v}{(n-1)!(nv-\lambda)} \left(\frac{\lambda}{v} \right)^{n-1} \right]^{-1}, \quad (3)$$

$$M_1 = \frac{p_n \lambda}{nv(1 - (\lambda/nv))^2}, \quad (4)$$

где M_1 — математическое ожидание длины очереди; p_n — вероятность нахождения в системе n требований;

$$M_2 = \sum_{k=1}^{\infty} k p_k = M_1 + \frac{np_n}{1 - (\lambda/nv)} + p_0 \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{(k-1)!} \left(\frac{\lambda}{v} \right)^k, \quad (5)$$

где M_2 — математическое ожидание числа требований, находящихся в обслуживающей системе.

Все приведенные расчетные формулы справедливы при условии $\lambda < nv$, при выполнении которого очередь не может расти безгранично, т. е. система справляется с обслуживанием.

Функция $M = \varphi(n, l)$ имеет вид

$$M = \sum_{k=l+1}^{\infty} (k-l) p_k. \quad (6)$$

Найдем более удобное выражение для M , для чего рассмотрим два случая. Случай 1. $l \geq n-2$. Используя формулы (2') и (6'), получим:

$$\begin{aligned} M &= \sum_{k=l+1}^{\infty} (k-l) \left(\frac{\lambda}{nv} \right)^{k-n} p_n = p_n \sum_{k=0}^{\infty} (k+1) \left(\frac{\lambda}{nv} \right)^{k-n+l+1} = \\ &= p_n \left(\frac{\lambda}{nv} \right)^{l-n+1} \left[\sum_{k=0}^{\infty} k \left(\frac{\lambda}{nv} \right)^k + \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{nv} \right)^k \right]. \end{aligned}$$

На основании выражений для сумм сходящихся бесконечных рядов

$$\sum_{k=0}^{\infty} a^k = \frac{1}{1-a} \quad \text{и} \quad \sum_{k=0}^{\infty} k a^k = \frac{a}{(1-a)^2},$$

а также учитывая формулу (4), окончательно имеем:

$$M = M_1 \left(\frac{\lambda}{nv} \right)^{l-n}, \quad l \geq n-2. \quad (6')$$

Случай 2. $l < n-2$. Из формул (2), (4) и (6) следует:

$$\begin{aligned} M &= \sum_{k=l+1}^{n-2} (k-l) \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{v} \right)^k p_0 + \sum_{k=n-1}^{\infty} (k-l) \left(\frac{\lambda}{nv} \right)^{k-n} p_n = \\ &= p_0 \sum_{k=l+1}^{n-2} \frac{k-l}{k!} \left(\frac{\lambda}{v} \right)^k + \frac{nv}{\lambda} \left(p_n \frac{n-l-1}{1 - (\lambda/nv)} + M_1 \right), \quad l < n-2. \quad (6'') \end{aligned}$$

Полученные выражения (6') и (6'') позволяют решать уравнения функции цели (1).

Рассмотрим пример решения задачи нахождения оптимального соотношения между численностью ремонтного персонала и количеством резервных приборов.

Пример. Система обслуживания характеризуется следующими параметрами: $\lambda = 4$, $\nu = 0,6$.

Величины, входящие в функцию цели:

$$c_1 = 0,5 \text{ руб/час}, \quad c_2 = 1 \text{ руб/час}, \quad c_3 = 0,05 \text{ руб/час}.$$

Пользуясь формулами (3), (4), (6') и (6''), найдем значения M для различных n и l и сведем результаты вычислений в табл. 1.

Подставляя в уравнение (1) значения M , n , l , запишем полученные величины $F(n, l)$ в табл. 2.

Как видно из табл. 2, функция цели $F(n, l)$ достигает минимального значения при $n = 2$, $l = 16$. Таким образом, для нашего примера оптимальным будет вариант с двумя работниками ремонтной мастерской и 16 запасными приборами.

Подобным же способом можно рассчитать оптимальную численность ремонтного персонала и резерва аппаратуры автоматизации практически при любых исходных данных, а также решать аналогичные задачи, относящиеся к другим видам обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Кофман, Р. Крюон. Массовое обслуживание. Теория и приложения. М., «Мир», 1965.

Поступила в редакцию
1 VII 1966

СРАВНЕНИЕ «ЯЗЫКА РАБОТ» И «ЯЗЫКА СОБЫТИЙ» ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ

И. М. ГЛАЗМАН, В. И. РУБЛИНЕЦКИЙ

(Харьков)

Известно, что существуют два способа составления сетевых графиков: на «языке событий», когда кружки обозначают события, а стрелки — работы и связи между событиями, и на «языке работ», когда события вовсе не вводятся, кружки обозначают работы, а стрелки — связи между работами. С формальной стороны эти два языка эквивалентны, но вопрос о методическом преимуществе того или иного языка требует, по нашему мнению, внимательного изучения.

В настоящее время преимущественное распространение получил язык событий, что отразилось в публикуемых инструктивных и учебных материалах, в том числе в недавно вышедших временных указаниях и управления. М., «Экономика», 1965). В этой книжке имеется лишь одно примечание, посвященное языку работ, в котором он упоминается и запрещается для использования в межотраслевых системах СПУ (см. стр. 16).

Следует отметить, что язык событий стал господствующим, а язык работ чуть ли не отменен без какого-либо серьезного сравнительного анализа обоих языков. Нам представляется, однако, что язык работ отменять рано, несмотря на вполне понятное стремление к унификации. Сейчас, пока действуют временные инструкции, нужно всесторонне продумать, широко обсудить и практически проверить сравнительные удобства обоих языков. Учитывая огромные масштабы применения СПУ в ближайшем будущем, нужно иметь в виду, что даже малые усовершенствования в методике могут обернуться большой пользой.

Настоящим письмом нам хотелось бы начать такое обсуждение. На протяжении почти трех лет мы имели непосредственное отношение к внедрению (как на языке работ, так и на языке событий) систем СПУ в строительных организациях и на промышленных предприятиях Харькова. На основании опыта мы пришли к выводу, что язык работ намного удобнее языка событий и что, обладая всеми достоинствами последнего, язык работ лишен некоторых недостатков языка событий, что мы и попытаемся показать.

Начнем с возражения весьма общего характера: о целесообразности введения самого понятия события. Такого понятия в традиционном планировании и управлении не существует, поэтому без особо веских аргументов вводить его не следует. Ведь