

## ВОПРОСЫ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О РАСПИСАНИИ ЗАНЯТИЙ ВУЗА

А. Н. ЛАФЕРОВ

(Представлена научным семинаром вычислительной лаборатории)

Возможности восприятия человеком информации ограничены (15—20 *бит/сек.*), а удержание в памяти большого количества возможно лишь в общих чертах. В связи с этим задача механизации и автоматизации процесса накопления, хранения и отыскания нужной информации получает все большее распространение.

### Общий анализ задачи автоматической диспетчерской службы

С необходимостью переработки большого количества информации приходится сталкиваться при составлении расписания вуза. В частности, такая необходимость возникает при распределении и контроле использования аудиторного фонда. Аудиториями вуза пользуются различные учебные заведения, всевозможные курсы, общественные и партийные организации города и района. В нахождении нужного числа свободных аудиторий в определенные часы и дни, в рациональном их использовании состоит работа оператора, существующих бюро расписаний. При большой загруженности фонда быстрое определение «сквозных» аудиторий, т. е. свободных в одно и то же время в течение двух недель (или наоборот), затруднительно, и тем более при решении комбинационной задачи.

О количестве информации, которое перерабатывается в бюро расписания оператором, можно судить из приведенного ниже примера. Во времени все расписание вуза (по факультетам) составляется на две недели (12 дней), при объеме временной сетки  $12 \times 7 = 84$  элементам, по 7 пар часов занятий в день. Отдельно составляется фондовое расписание распределения аудиторий, которое представляет собой распределение временного расписания по аудиториям.

Для того, чтобы записать составленное расписание, потребуется  $m = 12 \times 7 \times 300 = 25200$  клеток на листах ватмана. При фонде вуза, равном 300 (для ТПИ), каждую клетку, в свою очередь, можно рассматривать как ячейку двоичной памяти, т. е. занято-свободно или, в понятиях алгебры логики, ложно-истинно, 0—1. Количество информации о распределении расписания по аудиториям составит, таким образом, 50400 состояний, или более чем 15,6 *бит*. Откуда следует, что основным элементом диспетчерской установки должна быть двоичная память, в которой будет храниться вся информация о расписании, а

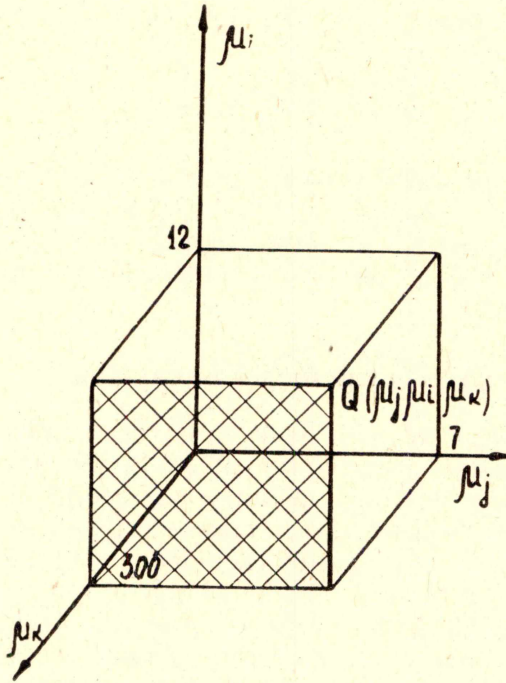
существо работы установки сводится к возможности обращаться к этой памяти с целью извлечения и наглядного представления соответствующей информации (ответ на вопросы и т. п.).

Если представить  $m$  двоичных ячеек памяти областью определения какой-то функции, то индикация состояний памяти, которая должна просматриваться оператором, может быть выражена как двоичная функция  $m$  переменных  $F(x_1 x_2 \dots x_m)$ . В общем случае решение этой функции запишется [1]:

$$F(x_1 x_2 \dots x_m) = \varphi_1 \varphi_2 \vee \dots \vee \varphi_l, \quad (1)$$

где

$$\varphi_v = Y_{v,1} \wedge Y_{v,2} \wedge \dots \wedge Y_{v,m} (v=1, 2, \dots, l),$$



а  $v$  — точки области определения, в которых  $F=1$ , причем для  $\mu=1, 2, \dots, m$ .

$$y_{v,\mu} = \begin{cases} x_{\mu}, & \text{или } x_{\mu}=1 \text{ в точке } Q_v \\ \bar{x}_{\mu}, & \text{если } x_{\mu}=0 \text{ в точке } Q \end{cases}$$

Если  $m$  общее число переменных функции  $F$ , а  $F$  в каждой точке множества  $m$  повторяет значение аргумента  $\mu$ , то  $F$  можно представить как функцию переменного  $\mu$ , пробегающего значения  $1, 2, \dots, m$ , поэтому общее число возможных состояний-решений функции соответствия  $F'$  запишется как  $2^m$ . Естественно, что выделение одного решения из  $2^m$  при общей индикации ( $m=25\ 200$  сигнальных лампочек) затруднительно и вряд ли принесет какую-либо пользу. Чаще всего оператору приходится отвечать на следующие 2 вопроса:

Рис. 1. К вопросу об индикации фондового расписания вуза

1. Какие аудитории свободны в такое-то время?

2. Как загружена во времени та или иная аудитория?

В поисках ответов на эти вопросы, т. е. определения решения функции соответствия, оператору приходится перебирать листы с расписанием («памятью»). С этой целью множество всех значений аргумента  $\mu$  можно разбить на следующие 3 последовательности:

1.  $\mu_k$  — последовательность аудиторий вуза  $\mu_k=1, 2, \dots, K=300$  — фонд вуза.

2.  $\mu_i$  — последовательность дней, на которые составляется расписание.

$\mu_i=1, 2, \dots, i, i=12$  (две недели без выходных дней).

3.  $\mu_j$  — последовательность занятий в течение одного дня.

$\mu_j=1, 2, \dots, j, j=7$  (пары часов занятий в день).

Тогда, определив значение  $\mu$  как пересечение 3 множеств  $\mu_k, \mu_i, \mu_j$  будем иметь  $\mu=f(\mu_k, \mu_i, \mu_j)$  или, раскрывая согласно (1), получим

$$\mu = \mu_k \wedge \mu_i \wedge \mu_j. \quad (2)$$

Другими словами,  $\mu$  определяется (равна 1) только в том случае, когда каждый из аргументов  $\mu$  принимает значение, равное 1.

В задачах комбинаторного характера, где число аргументов каждой последовательности может быть более одного, выражение (2) соответственно примет вид иной.

Для того, чтобы решить вопрос о минимальном количестве сигнальных лампочек, удовлетворяющем поставленным условиям (вопросы, на которые отвечает оператор), т. е. лампочек, показывающих решение  $F^1(\mu)$ , представим переменные этой функции в декартовой системе координат (рис. 1). Зафиксировав последовательно значения  $\mu_k, \mu_i, \mu_j$  соответственно получим тип комбинации:

1.  $\mu_k, \mu_i \times \mu_j$  ( $300 \cdot 12 \times 7 = 84$ ).
2.  $\mu_i, \mu_j \times \mu_k$  ( $12 \cdot 7 \times 300 = 2100$ ).
3.  $\mu_j, \mu_k \times \mu_i$  ( $7 \cdot 300 \times 12 = 3600$ ).

Таким образом, чтобы представить с помощью внешней индикации 25200 ячеек памяти, необходимо в первой комбинации 384 лампочки, во второй — 2112, в третьей — 3607. Наиболее приемлемым является первый вариант, так как в этом случае удастся ответить сразу на оба поставленных вопроса. На первый вопрос ответ можно получить на табло фонда (аудиторная индикация, переменная  $\mu_k$ ), состоящем из 300 индикаторных лампочек, при этом задается одно из 84 временных состояний (переменные  $\mu_i, \mu_j$ ); на второй вопрос — на временном табло (переменные  $\mu_i, \mu_j$ ), состоящем из 84 сигнальных лампочек, при заданном номере аудиторий ( $\mu_k$ ).

Подобная интерпретация решений  $F^1$  позволяет найти не только значения  $F^1(\mu)$  в точке  $\theta(\mu_k, \mu_i, \mu_j)$ , но и представить одно из решений (не значений)  $F(\mu_k)$  при  $\mu_i, \mu_j = \text{const}$ , где  $\mu_k$  пробегает все значения от 1 до 300, а  $F(\mu_i, \mu_j)$  может принимать значения 0 или 1; или решение  $F(\mu_i, \mu_j)$  при  $\mu_k = \text{const}$ , где соответственно  $\mu_i, \mu_j$  пробегают 1—12, 1—7. А  $F^1(\mu_i, \mu_j)$  может принимать значения 0 или 1. Под решением функции  $F^1(\mu_k)$  следует понимать индикацию всех аудиторий одновременно при заданном времени ( $\mu_i, \mu_j$ ), аналогично решение функции  $F^1(\mu_i, \mu_j)$  есть индикация состояния одной аудитории на все время в течение двух недель.

### Устройство памяти фонда

В основу построения блока памяти состояния аудиторного фонда может быть положена диодно-ключевая матрица (рис. 2). На матрице посредством ключей  $K_{ij}$  запоминается 84 состояния одной аудитории. По строкам матрицы располагаются шины, имитирующие дни, на которые составляется расписание. Например, дни с понедельника до субботы четной недели имеют индексы 1—6, а индексы 7—12 соответственно для нечетной. По столбцам располагаются шины, имитирующие время занятий — 7 пар часов в день. Связь соответствующих шин строк и столбцов и представляет собой  $ij$ -ю ячейку памяти. Запоминание состояния происходит замыканием или размыканием ключей  $K_{ij}$ .

Индикация  $ij$ -го состояния матрицы аудитории происходит с помощью одной сигнальной лампочки СЛ, находящейся на индикаторном табло, а поэтому число таких матриц должно быть равно количеству аудиторий вуза, но для того, чтобы судить о состоянии данной аудитории на протяжении всего времени, необходимо последовательно опро-

сить все 84 состояния данной аудитории и выдать на индикацию, предварительно запомнив на каком-либо запоминающем устройстве.

Дальнейшее увеличение объема памяти, т.е. внесение в ячейку памяти не только значения состояния (занято-свободно), но и кода преподавателя, кода группы позволит связать установку непосредственно с ЦВМ, составляющей расписания, причем появляется возможность создания автоматической установки памяти расписания вуза (на базе блоков ЦВМ), которая сможет выдавать в виде перфокарт индивидуальные расписания по факультетам, группам, преподавателям и т.д. Кроме того, установка позволит вносить текущие изменения в расписании: обмен аудиторий, стирание — конец занятий и т.п.

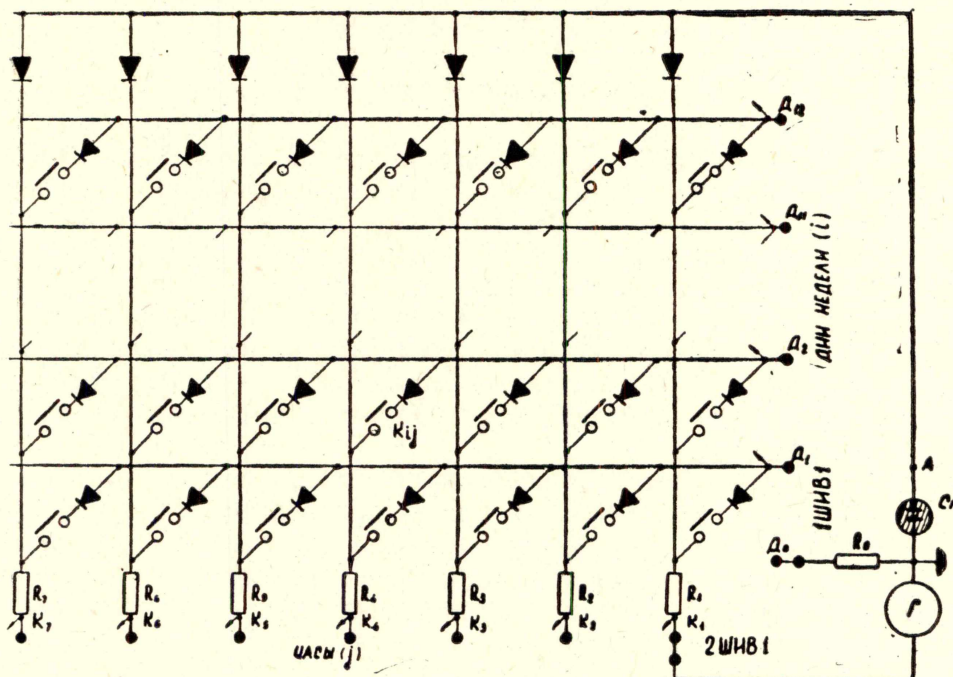


Рис. 2. Матрица памяти для хранения состояний (занято-свободно) одной аудитории

Проектирование такой установки может быть целесообразно при полном составлении расписания на ЦВМ. При этом ЦВМ должна выдавать на печать не только содержание временной ячейки, но и ее адрес (номер аудитории и ее временное положение). Таким образом, входная информация для машины может быть представлена в таком виде:

Адрес	Код группы	Код преподавателя	Служебные ячейки

Для того чтобы закодировать адреса (26800 ячеек памяти для фонда в 350 аудиторий), необходимо 15 адресных разрядов, так как  $2^{15}$  больше 26800. Аналогично для 440 групп, с учетом того, что один преподаватель может читать лекции в нескольких группах, — 9 разрядов и 11 разрядов для 1500 преподавателей, при условии, что в одной группе (лаборатории,

практические) может быть 2 преподавателя. Поэтому, с учетом служебных разрядов, общее количество их в ячейке должно быть не менее 40. Другими словами, ячейка должна вмещать 40 бит информации, а так как таких ячеек 26800, то в запоминающее устройство для хранения должна быть записана информация порядка

$$40 - \log_2 26\,800 \approx 55 \text{ бит.}$$

Описанный способ кодировки требует 26800 сорокаразрядных слов. Для уменьшения числа разрядов в слове может быть предложен другой способ кодировки. Например, представление той же информации в нескольких ячейках, но от этого общее количество ее в памяти не уменьшится. Отсюда видно, что при таком объеме информации не обойтись без магнитной ленты.

Блок-схема установки с памятью на магнитной ленте может быть представлена согласно рис. 3.

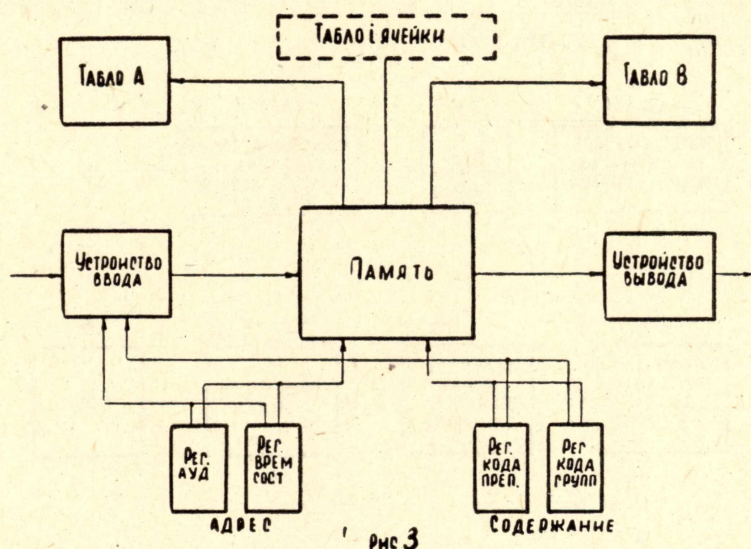


Рис. 3. К вопросу хранения и работы с полным расписанием вуза

Составленное расписание на перфоленте подается на устройство ввода, а затем в память. Расписание заносится как автоматически, так и выборочно по адресам. При неавтоматической записи на адресном регистре набирается номер аудитории и ее временная ячейка. Затем на регистре кода преподавателя и кода групп набирается содержимое ячейки и заносится по этому адресу. Индикация на табло А осуществляется с помощью регистра аудиторий, а на табло В регистром временного состояния. Устройство вывода позволит печатать индивидуальные расписания и даже дублировать табло А и В, если количество вопросов о состоянии фонда будет в пределах «нормы», так как ответ на каждый вопрос печатается на перфокарте. Поэтому вместо двух табло состояния фонда введется одно для просмотра одной ячейки (пунктир).

Анализ показывает, что установка подобного вида будет представлять собой специализированное устройство, применение которого рационально только при полном расписании на ЦВМ, а поэтому проектирование ее можно начинать только после решения задачи составления расписания вуза. Предполагаемое устройство при машинном составлении расписания значительно сократит штат работников бюро расписания.

Спроектированная же установка может применяться как при существующем положении дел по составлению расписания, так и при полном машинном составлении расписания, так как создание аналогичной установки (с двоичной памятью) на бесконтактных элементах не упрощит конструкции.

Что касается ближайших задач решения некоторых вопросов работы с фондом вуза, вполне целесообразно воспользоваться возможностью создания автоматической диспетчерской установки с памятью двух состояний в ячейке: занято-свободно при ручном занесении в память данного состояния.

Подобный проект установки релейного типа создан в вычислительной лаборатории ТПИ. В основу проекта положены рассуждения, описанные выше.

Блок-схема установки на рис. 4, где СФ — селектор фонда, выбирающий нужную аудиторию, состояние которой затем разворачивается временным селектором (ВС). ВС также необходим для того, чтобы задаться значением времени для всех аудиторий одновременно. СУ — система управления устройством.

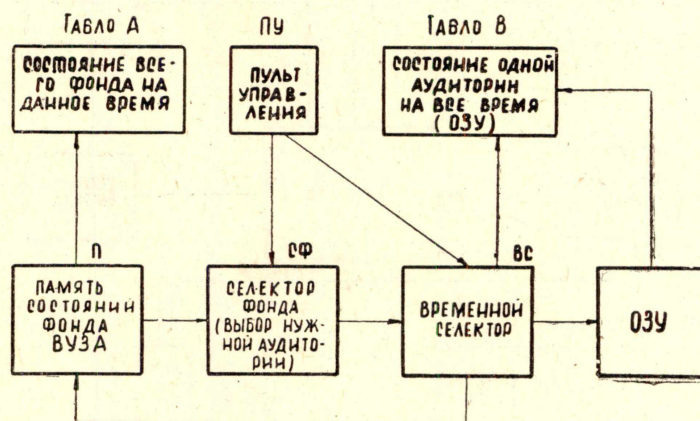


Рис. 4. Блок-схема автоматической диспетчерской установки распределения аудиторного фонда

Ведение ОЗУ (оперативное запоминающее устройство) вызвано структурой памяти и коммутацией, т. е. тем, что содержание ячейки (аудитории) подается на табло В распределенным во времени.

ОЗУ имеет число ячеек памяти, равное числу состояния одной аудитории, т. е. 84.

Основные задачи, разрешаемые устройством, следующие:

1. Нахождение всех свободных аудиторий в заданный час одновременно из всего фонда.

2. Нахождение свободных аудиторий при любой заданной комбинации времени занятий и дней — также по всему фонду. Скажем, на вопрос, какие аудитории в понедельник с 3 до 5 час., среду с 9 до 11 для четной недели и в понедельник с 11 до 1, субботу с 9 до 11 для нечетной недели. Набирается на регистре в соответствующие «времена» и ответ читается на табло А, где загораются лампочки аудиторий, свободных в данное время. Задача решается практически мгновенно.

3. Определение состояния (загруженности) любой из 350 аудиторий на протяжении двух недель для 7 пар часов занятий в день.

4. Кем занята та или иная аудитория и на сколько (флажки на штеккерах — элементах памяти — выносных табло).

Следует оговориться, что установка не решает задачу составления расписания, а облегчает процесс составления и автоматизирует последующую работу с ним, повышает эффективность работы диспетчера, позволяет максимально использовать фонд вуза и повышает культуру труда. Кроме этого, позволяет контролировать аудитории, занятые временно.

Автоматическая диспетчерская установка распределения аудиторного фонда может быть рекомендована для вузов, располагающих большим количеством аудиторий, и тем более заинтересованных в максимальном использовании аудиторий.

Ниже приводятся некоторые расчетные характеристики установки для фонда в 350 аудиторий.

1. Определение свободных аудиторий на данное время (в пределах 2 недель и 7 пар часов занятий в день).

2. Определение загруженности одной аудитории (в том же интервале).

3. Опрос состояний всех аудиторий фонда вуза (состояние каждой аудитории автоматически выводится на табло В не более 20 минут).

4. Время решения комбинационной задачи порядка 5 сек., (т. е. нахождение ответа на вопрос, какие аудитории свободны в такие-то дни четной недели, в такие-то часы, и аналогично для нечетной недели, при этом на табло В сразу высвечиваются аудитории, удовлетворяющие этому условию).

5. Потребляемая мощность не более 600 *вт*.

6. Ориентировочная стоимость разработки 15—20 тысяч.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Криницкий, Г. А. Миронов, Г. Д. Фролов. Программирование. Физмат, М., 1963.

2. Доклады научно-технической конференции 1964—1965 гг. Секция автоматики, подсекция автоматики и телемеханики. МЭИ, М., 1965.

