

Ц8451
Ш - 859

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



9/XI-78

5006/2-78

P11 - 11813

Э.Шрейбер, Г.Бергхолц

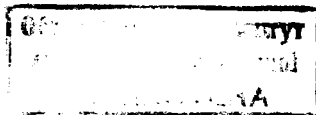
АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ
ПРЕБЫВАНИЯ ЗАЯВОК В ЭВМ,
РАБОТАЮЩЕЙ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

1978

P11 - 11813

Э.Шрейбер, Г.Бергхолц*

АНАЛИЗ ВРЕМЕНИ
ПРЕБЫВАНИЯ ЗАЯВОК В ЭВМ,
РАБОТАЮЩЕЙ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ



*Технический университет, Дрезден, ГДР

Ирейбер Э., Бергхолц Г.

P11 11813

Анализ времени пребывания заявок в ЭВМ, работающей в реальном масштабе времени

Дано описание модели времени пребывания заявок в ЭВМ в комплексе программ экспериментальной установки "ФОТОН". Получены законы распределения времени пребывания для различных видов соединения между блоками обслуживания. С помощью преобразования Лапласа-Стилтьеса для закона распределения функции найден общий закон распределения времени пребывания в данной модели. Разработаны методы определения общего времени реакции наступающих заявок в модели обслуживания и, как следствие этого, получена информация о работе исследуемых алгоритмов в реальном масштабе времени.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

I. Введение

Эффективность работы ЭВМ характеризуется рядом величин. Наиболее важными из них являются: пропускная способность $1/\bar{T}$, время пребывания заявок в ЭВМ и общее время реакции. При этом временем пребывания считается время с момента поступления заявки в систему прерывания до момента окончания ее обслуживания $/2/$. Общее время реакции – это сумма времени пребывания и времени запаздывания (период с момента поступления сигнала до момента его появления в регистре прерывания).

Исследование и оценка этих величин являются предметом данной работы. Время пребывания определяется с помощью графической схемы заявок, которая описывает систему программ установки "ФОТОН".

II. Общее время реакции

ЭВМ, как правило, работает в реальном масштабе времени, когда условие $T_r < T_{rz}$ выполнено $/3/$, где

T_r – общее, а T_{rz} – допустимое время реакции. При этом заказы, выполняемые в реальном масштабе времени, представляют собой заявки для ЭВМ на обработку их программами и обмен соответствующей информацией с основной системой. Последовательность таких заявок мы назовем потоком заказов. У каждого заказа есть свое общее время реакции T_r (рис.1), которое определяется формулой

$$T_r = T_v + T_s, \quad (2)$$

где T_v - время пребывания и T_s - время запаздывания

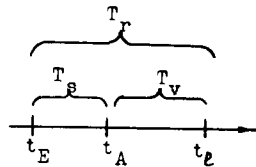


Рис. I.
 t_E - время поступления сигнала,
 t_A - время с момента обнаружения центральным процессором,
 t_z - время окончания процесса обработки заявки.

В зависимости от источника этих заказов говорят либо об условном, либо о временном разделении заявок. В первом случае $T_s = 0$. Допустим, общее время реакции потока заказов является случайной величиной. Отсюда, согласно формуле (I), вытекает, что ЭВМ работает в реальном масштабе времени.

При этом вероятность P_z можно определить следующим образом:

$$P_z = R(T_{rz}) \quad (3)$$

Применим преобразование Лапласа-Стилтьеса $R^*(s)$ к закону распределения функции $F(t)$ общего времени реакции T_r

$$R^*(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dR(t) \quad (4)$$

Здесь $R(t)$ - закон распределения как функция времени и $R^*(s)$ - его образ. Аналогично, $V^*(s)$ есть образ закона распределения времени пребывания и $S^*(s)$ - образ закона распределения времени запаздывания. Для указанных образов выполняется соотношение

$$R^*(s) = V^*(s) \cdot S^*(s) \quad (5)$$

В случае, когда $T_s = 0$, имеем $S^*(s) \equiv 1$ и $R^*(s) = V^*(s)$ (6).

III. Анализ времени пребывания в стохастической сети

Целью анализа является определение распределения времени пребывания разных потоков заказов. Для проведения такого анализа рассмотрим графическую схему заявок. Наибольший интерес представляют такие блоки, в которых заявки пребывают определенное время. В качестве примера укажем блоки:

| | |
|--------------|-------------------------------|
| Обслуживание | с временем обслуживания T_b |
| Ожидание | с временем ожидания T_w |
| Задержка | с временем задержки T_z |

Эти блоки мы назовем блоками времен пребывания V_{Bi} ($i=1,2,3,\dots,N$). Им соответствуют времена пребывания T_{vi} ($i=1,2,\dots,N$) (N -число блоков времени пребывания в графической схеме заявок). Как следствие, каждому блоку можно поставить в соответствие закон распределения функции времени пребывания $V_i(t)$ ($i=1,2,3,\dots,N$) и его образ $V_i^*(s)$ ($i=1,2,\dots,N$). Остальные блоки: инициирование, разветвление, разделение, задержка, продолжение и уничтожение являются блоками соединения.

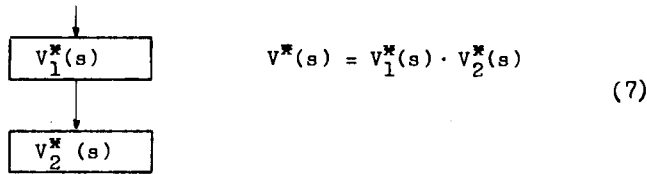
Для генерации заявок существуют внутренний и внешний источники. Во внешнем источнике заявки генерируются с некоторым временным интервалом. Элемент разветвления передает заявку на один из имеющихся выходов с вероятностями $1-P$ и P . Элементом задержки служат ворота для поступающих заявок. Здесь заявка задерживается до поступления сигнала, разрешающего дальнейшее продвижение заявки. После обработки она уничтожается.

IV. Общее описание модели времени пребывания

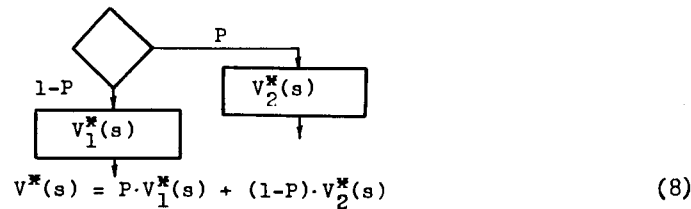
Рассматриваемая система состоит из блоков времени пребывания, связанных соединительными блоками. Модель данной системы и является моделью времени пребывания. Цель исследования этой модели состоит в определении закона распределения времени пребывания потоков заказов. При этом наша модель является моделью поведения по отношению к закону распределения времени пребывания.

Существует множество групп элементарных соединительных блоков, которые составляют структуру модели. Возможны два вида соединения - последовательное и параллельное. Рассмотрим закон распределения времени пребывания для последовательной обработки.

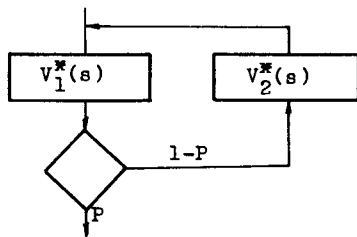
1. Последовательное соединение



2. Соединение "разветвление"



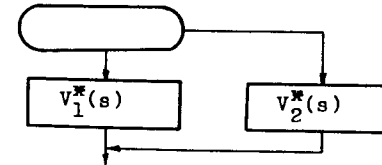
3. Циклическое соединение



$$V^*(s) = \sum_{i=1}^{\infty} P(1-P)^i [V_1^*(s)]^i \cdot [V_2^*(s)]^{i-1} \quad (9)$$

Закон распределения времени пребывания для параллельной обработки.

1. Параллельное соединение

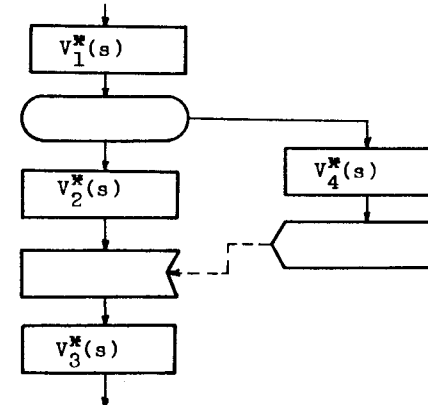


Закон распределения функции времени пребывания во временной области.

$$V(t) = V_1(t) \cdot V_2(t) \quad (10)$$

В случае параллельного соединения, вместо образов Лапласа-Стилтьеса (5) удобно использовать первоначальную формулу закона распределения (4).

2. Синхронизация



$$V^*(s) = V_1^*(s) \cdot V_{24}^*(s) \cdot V_3^*(s) \quad (11)$$

$$V_{24}^*(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dV_{24}(t) \quad (12)$$

$$V_{24}(t) = V_2(t) \cdot V_4(t) \quad (13)$$

IV. Модель времени пребывания систем программы установки "ФОТОН"

Эта модель характеризуется графической схемой заявок (рис. 4), которая состоит из множества элементов. Информация поступает в ЭВМ в виде порций (событий, регистрируемых установкой "ФОТОН"). Следствием этого являются определенные реакции в процессе обработки данных.

Главная часть системы программы - это реализация передачи данных с разных информационных каналов ИАК. При этом передаваемые кванты данных запоминаются в оперативной памяти и на диске. После первоначальной обработки они записываются на магнитную ленту для дальнейшей обработки в режиме "off-line". Мы имеем в нашей системе множество элементарных видов соединения. Каждый тип соединения характеризуется законом распределения времени пребывания для разных потоков заявок. Например, в программе АР ВЕСМ6 точка выхода образует следующую схему заявок (рис.2). В этом случае мы имеем простую синхронизацию, причем существует взаимодействие между программой АР ВЕСМ6 и двумя информационными каналами. Кроме того, здесь же реализуется и циклическое соединение. Соответствующая модель времени пребывания представлена на рис.3. Мы наблюдаем эту модель в разных точках (А, В, С, D, Е). Модель представляет последовательное соединение между блоками АВ и ВЕ, причем отрезок ВЕ содержит еще две простые синхронизации (BC, CD).

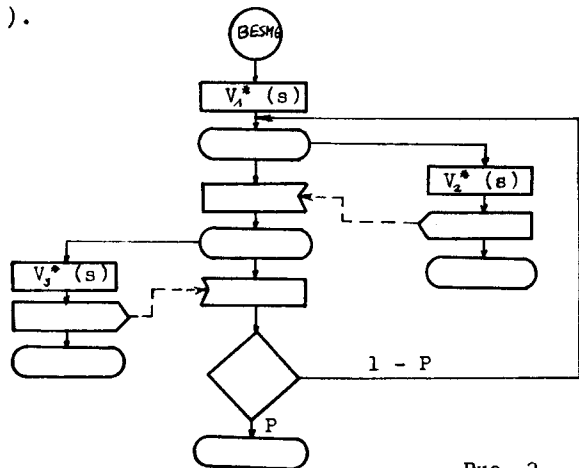


Рис. 2.

Все отрезки соответствуют разным потокам заявок, каждый из которых имеет свой закон распределения времени пребывания.

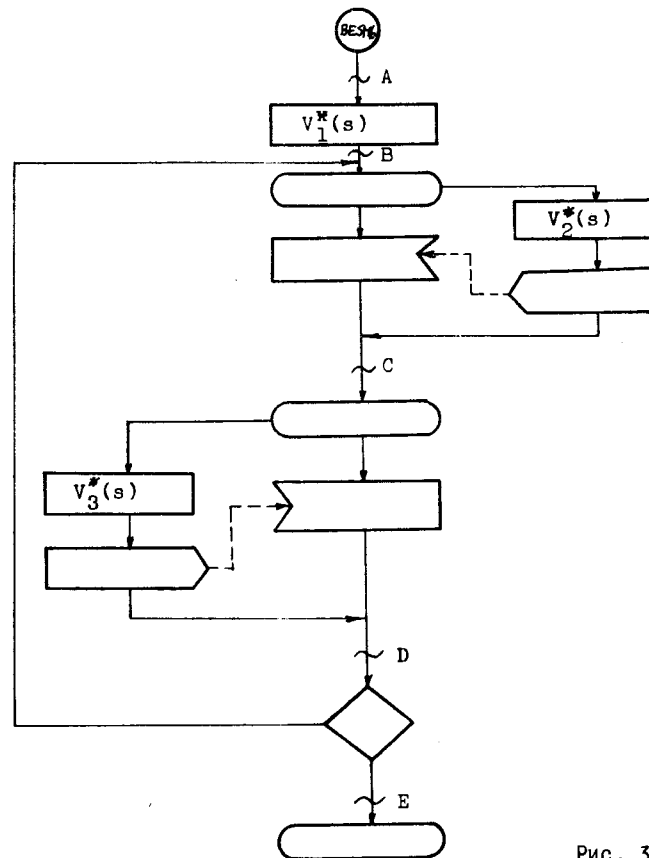


Рис. 3.

Для отдельных потоков заявок необходимо использовать следующие законы распределения:

I. Потоки заявок из В в С, из С в D.

В случае, когда между блоками "Разделение" и "Задержка" нет блока "Обслуживание", говорят о простой синхронизации. При этом для образов Лапласа-Стилтьеса получаются соотношения:

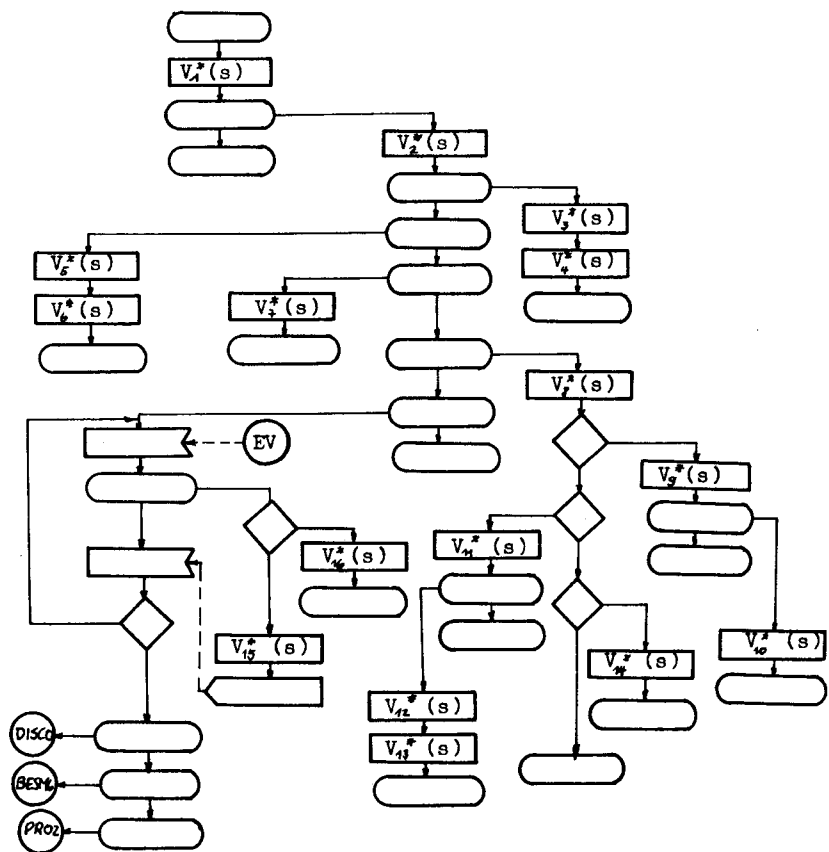
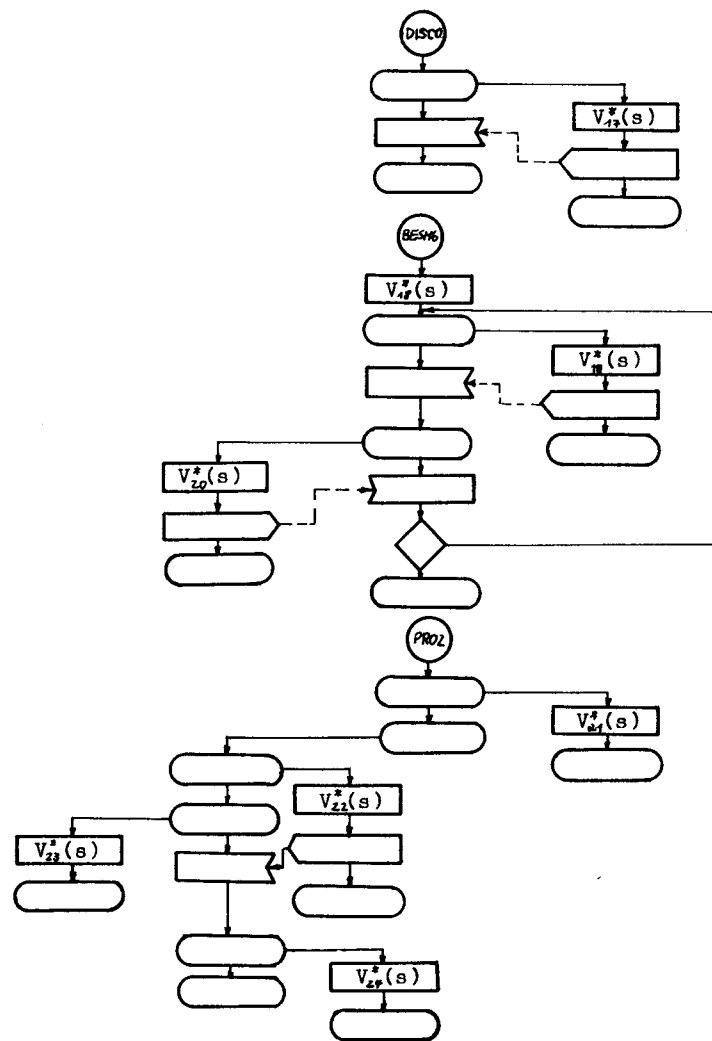


Рис. 4. Представление ЭВМ в комплексе с экспериментальной установкой как модели времени пребывания при использовании соответствующих видов соединения



$$V_{BC}^*(s) = V_2^*(s), \quad V_{CD}^*(s) = V_3^*(s) \quad (I4)$$

2. Поток заявки из В в D

В этом случае имеет место последовательная синхронизация, и справедливо соотношение

$$V_{BD}^*(s) = V_{BC}^*(s) \cdot V_{CD}^*(s) = V_2^*(s) \cdot V_3^*(s) \quad (I5)$$

3. Поток заявки из А в Е

Здесь мы имеем циклическое соединение и соотношение

$$V^*(s) = V_1^*(s) \cdot \sum_{i=1}^{\infty} P(1-P)^i [V_2^*(s) \cdot V_3^*(s)]^i \quad (I6)$$

Закон распределения времени пребывания является предпосылкой для определения закона распределения общего времени реакции. В случае, когда время запаздывания $T_s \neq 0$, справедлива формула

$$S^*(s) = \frac{1 - e^{-sT_s}}{s} \quad (I7)$$

В результате использования формулы (5) получаем для закона распределения времени реакции выражение

$$R^*(s) = \frac{1 - e^{-sT_s}}{s} V_1^*(s) \sum_{i=1}^{\infty} P(1-P)^i [V_2^*(s) \cdot V_3^*(s)]^i \quad (I8)$$

Важной величиной, характеризующей время пребывания, является фактор времени пребывания

$$F = E(T_v) / E(T_b), \quad (I9)$$

где $E(T_v)$ - среднее время пребывания,
 $E(T_b)$ - среднее время обслуживания.

Допустим, что $F = \frac{1}{1-\rho}$ (20)

т.е. фактор F в случае открытой системы обслуживания целиком определяется нагрузкой ρ программы. В случае предельного перехода $\rho \rightarrow 1$, фактор $F \rightarrow \infty$, что означает бесконечно большое время пребывания.

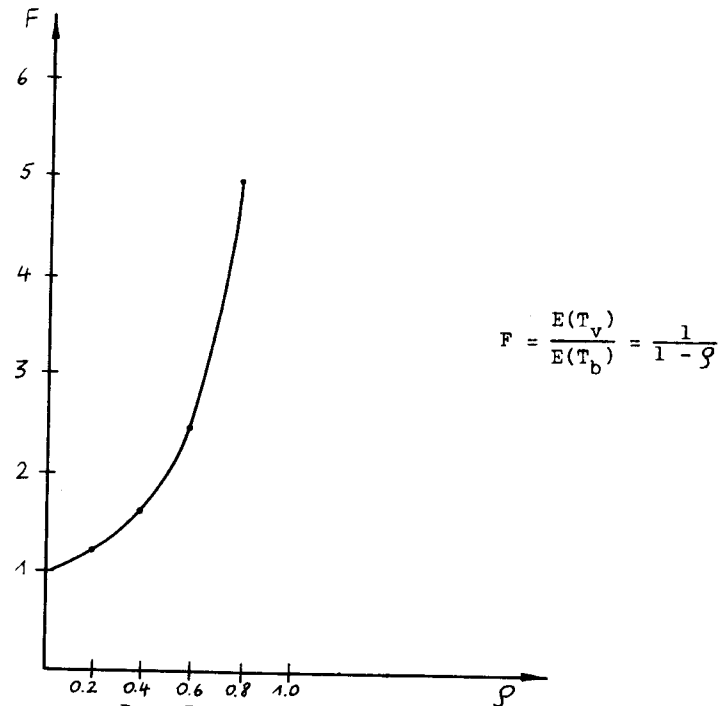


Рис. 5. Влияние значения загрузки на величину фактора времени пребывания

$$F = \frac{E(T_v)}{E(T_b)} = \frac{1}{1-\rho}$$

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность К.Хаману, А.Е.Сеннеру за полезные обсуждения.

Литература

- Bergholz Gerhard. Verhaltensmodelle von Prozessrechtern. Akademie-Verlag Berlin 1978.
- Козуб В.М. Системы прерывания ЦВМ. "Советское радио", М., 1976.
- Bergholz Gerhard. Messen, Steuern, Regeln Heft 10, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
 28 июля 1976 года.