

УДК 519.684

ПОСТРОЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ АБОНЕНТОВ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Андреева О.Н. к.т.н., доцент, начальник отдела, МГТУ МИРЭА, «Концерн «Моринформсистема-Агат», E-mail: andreeva_olia@mail.ru, Москва, Россия

Аннотация. Вычислительные системы реального времени (ВСРВ) предназначены для управления объектами, которые с позиции информатики выступают как абоненты. Такие вычислительные системы выполняют роль программируемого автомата управления, функционирующего от исходных данных, поступающих в режиме реального времени. Обмен данными с абонентами инициируется по, так называемой, заявке на обслуживание, поступающей в базовую ЭВМ системы от указанных абонентов (Аб). В реальных системах управления заявки поступают асинхронно и, как следствие, в этой ситуации возникают конфликты как между заявками (вложенное прерывание), так и между заявкой и текущей программой в ЭВМ. Для разрешения этих конфликтов и строится дисциплина обслуживания заявок от Аб.

Ключевые слова: системы реального времени, оператор, автоматизированное рабочее место (АРМ), система прерываний, абонент.

THE CONSTRUCTION OF THE DISCIPLINE OF CUSTOMER SERVICE IN COMPUTING REAL-TIME SYSTEMS

Andreeva O.N., PhD, assoc. prof., head of scientific Department, MSTU MIREA, JSC "Concern "Russian helicopters", E-mail: andreeva_olia@mail.ru, Moscow, Russia.

Abstract. Computing real-time systems (CS) are used to control objects with position information science act as subscribers. Such a computer system perform the role of a programmable automatic control of operating from a source of data in real-time. The data exchange with subscribers is initiated by so-called service requests coming mainframe computer system from a specified set of subscribers (AB). In real systems management applications are sent asynchronously and, as a consequence, in this situation, conflicts between applications (nested interrupt), and between the application and the current program in the computer. To resolve these conflicts and to build the discipline of service applications from AB.

Keywords: real-time systems, the operator, the automated workplace (AWP), interrupt system, the subscriber.

Основные признаки Вычислительной системы реального времени (ВСРВ)

Ядром ВСРВ является специализированная ЭВМ (СЭМВ), устойчивая к внешним дестабилизирующим факторам в процессе эксплуатации.

ВСРВ ориентирована на работу с внешними объектами, управление которыми осуществляется путем выработки управляющих воздействий в виде команд и сопровождающих слов-данных. Команды формируются в результате работы

соответствующих рабочих программ, оперирующих с данными, полученными из различных источников, включая объекты управления или абоненты системы.

Типовая структура ВСПВ показана на рис. 1. Как видно для обмена информацией с Аб используются каналы или интерфейсы. Обмен проводится как в режиме считывания данных с Аб., так и в режиме записи в Аб команд и данных.

Такая структура максимально отвечает требованиям к ВСПВ, главными из которых являются:

- минимальное время смены контекста программ;
- обслуживание большого количества абонентов, размещенных на различных типах каналов;
- разбиение на функционально законченные модули для удобства тестирования и ремонта;
- наличие встроенных средств поддержки отладки программ.

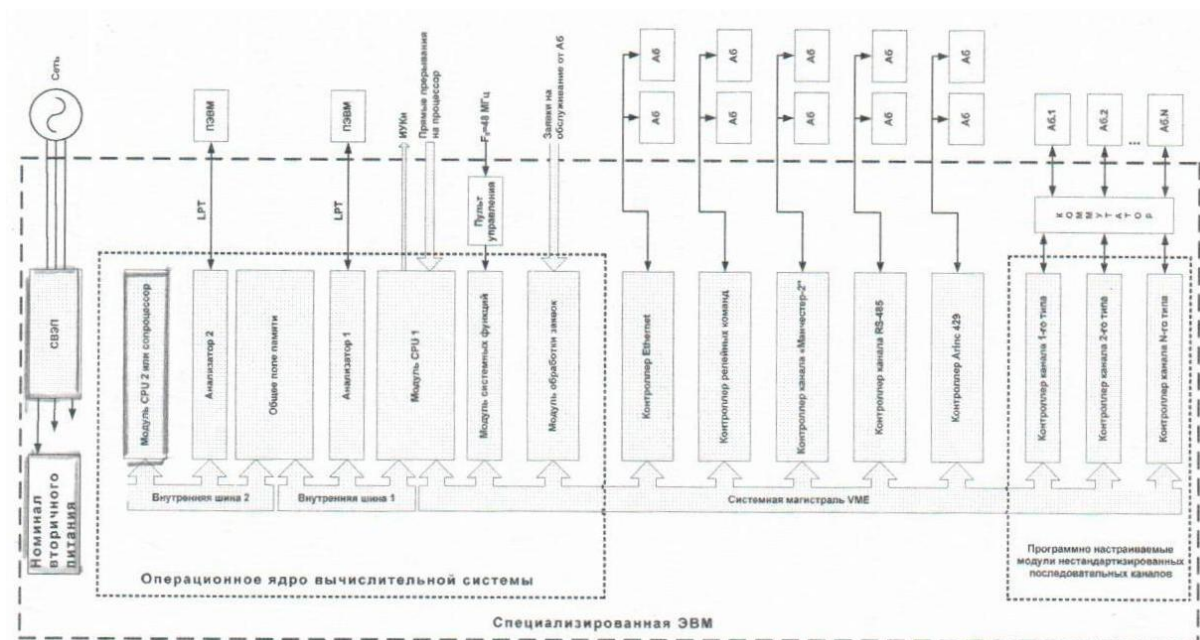


Рис. 1. Типовая структура ВСПВ.

Обработка информации происходит как в автоматическом режиме в процессах CPU, так и в полуавтоматическом режиме на АРМ (автоматизированное рабочее место) с привлечением оператора.

При этом накладывается ограничение на время выработки управляющих воздействий в обоих режимах, получаемых в результате работы программы в CPU и действий оператора на АРМ.

В этих условиях представленное на рис. 2 программное обеспечение (ПО) является сложным многоэтапным продуктом.



Рис. 2. Компонентный состав ПО.

В итоге ПО делится на три части:

1. функциональное ПО, разрабатываемое под конкретную спецификацию;
2. системное ПО;
3. технологическое ПО.

Первая позиция – это рабочие программы эксплуатации, программы вычисления стандартных функций, библиотека имен переменных и констант, драйверы каналов.

Вторая позиция – программа начального пуска, программа динамического ожидания, программа обработки заявок на обслуживание от Аб, программа контроля хода программы, программные процедуры операционной системы и т.д.

Третья позиция – встроенные тесты, контрольная задача, программы поддержки решения отладки программ, часы и т.д.

В СЭВМ для реализации режима реального времени используются:

- операционная система реального времени;
- сокращенная система команд RISC;
- развитая система прерываний для обработки заявок от Аб на обслуживание.

Система прерываний.

Прерыванием называется процесс, связанный с переходом к новой последовательности команд (подпрограмме) при появлении внешних от Аб или внутренних воздействий (авария источника, обнуление таймера и т.п.). В этом процессе происходит смена программного контекста.

Эффективная работа в режиме прерываний программ - одно из основных отличий СЭВМ от ЭВМ общего назначения.

Порядок и очередность обслуживания определяются узлом приоритетной обработки прерываний и управляющей программой. Присвоение приоритетов - сложная и конкретная задача для каждого риска изделия.

Существуют два типа приоритетов - относительный и абсолютный. Программы обмена связаны с соответствующими прерываниями, которые инициируют или вызывают привязанные к ним программы обработки информации.

В системе может существовать три уровня приоритетного обслуживания: уровень прерываний, уровень программ обмена и уровень программ обработки. Дисциплины обслуживания внутри каждого уровня - соответственно для первого - относительные, для второго - относительные, для третьего - абсолютные.

На рис. 3. показана структура обработки прерываний, где пользовательский обработчик обеспечивает переход к подпрограмме, соответствующей данному прерыванию с запоминанием текущего состояния СЭВМ, для последующего возврата к прерванной программе.

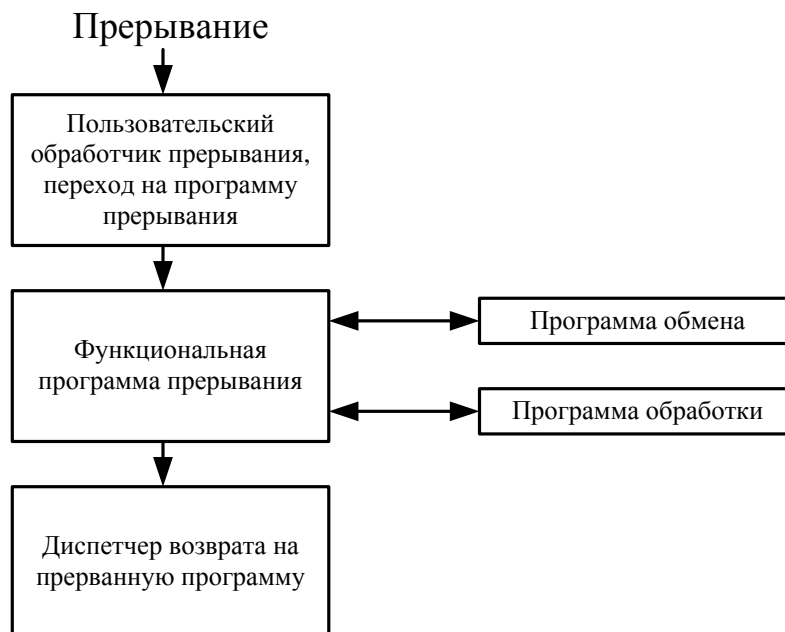


Рис. 3. Структура обработки прерываний

Структурная схема работы с абонентами по заявкам на прерывание, каждая из которых обслуживается соответствующей программной группой в пакете рабочих программ, показана на рис. 4.

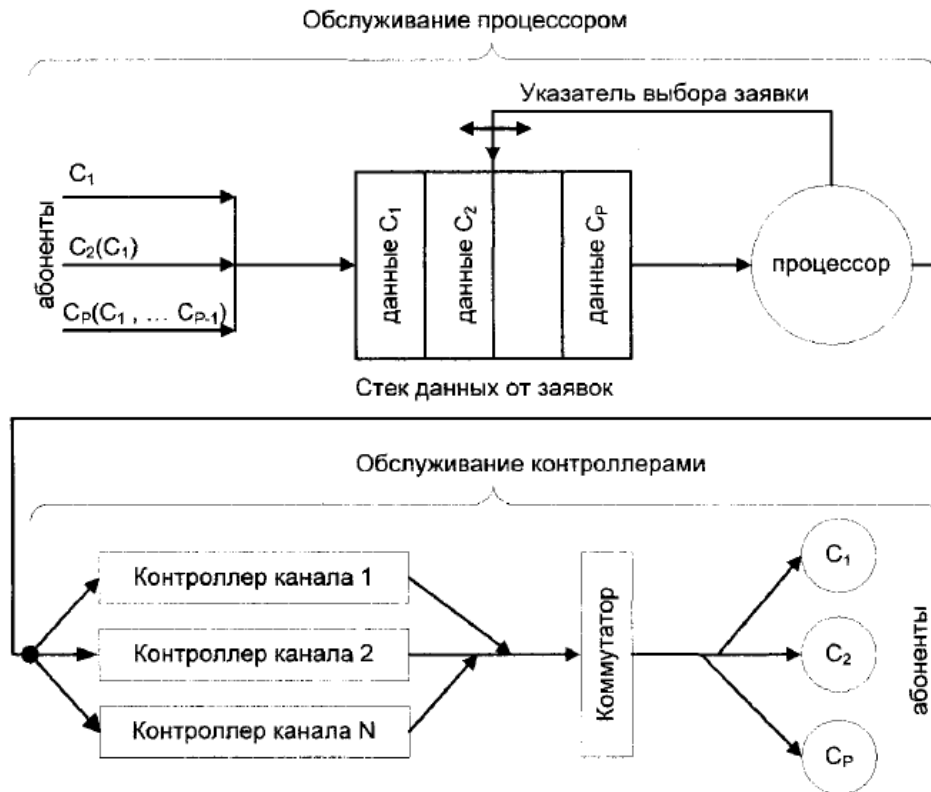


Рис. 4. Структурная схема обработки информационных потоков при работе по заявкам на прерывание от асинхронных абонентов.

Такое построение структурной схемы сокращает время на обработку заявок, но требует жесткой синхронизации процесса управления.

Заявки на обслуживание от абонентов на прерывание текущей программы в СЭВМ поступают асинхронно и подчас вложенными друг в друга. В этой ситуации дисциплина обслуживания абонентов обеспечивается через систему приоритетов. Обмен информацией с такими абонентами осуществляется на разных, не кратных между собой, частотах. Для пояснения технического решения по этой задаче обратимся к рисункам 5, 6 и 7.

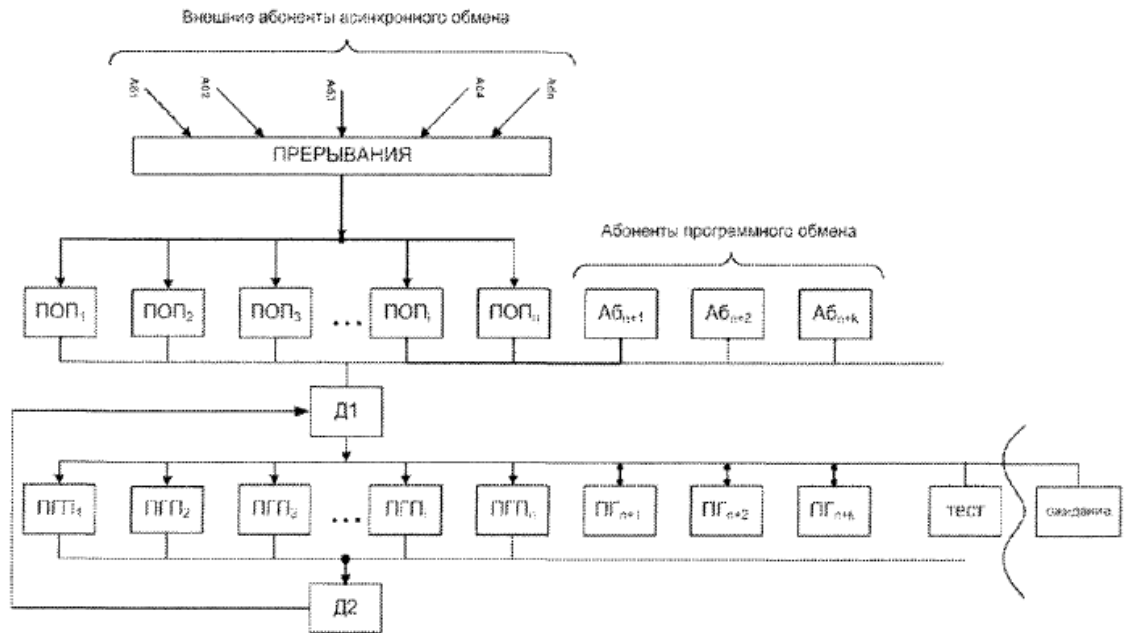


Рис. 5. Структурная схема программного обслуживания заявок на прерывание.

$Аб_1 \div Аб_n$ — внешние асинхронные абоненты, например, приемник локатора;

$Аб_{n+1} \div Аб_{n+k}$ - программные абоненты, которые опрашиваются ЭВМ, например, аппаратура навигации;

$ПОП_i$ - программа обработки прерывания по обслуживанию заявки от i -го абонента;

$ПГП_i$ - приоритетная группа программ обслуживания i -го $Аб$;

$ПГ_i$ - группа по обслуживанию абонентов в режиме программного обмена;

Д1 - диспетчер инициализации программных групп;

Д2 - диспетчер гашения процесса.

На рис. 6 показана структура процесса программной обработки заявки на обслуживание, начиная от ввода заявки как вектора прерывания (вектор – это программы расчета по конкретной заявке) до вывода результата.

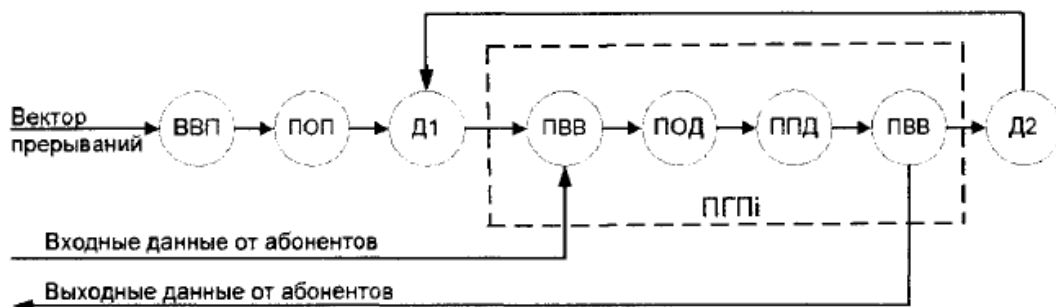


Рис. 6. Граф функционирования программной группы ПГП_i.

При этом относительно рис. 5 вводятся дополнительные программные блоки:

ВВП - выбор вектора прерывания;

ПВВ - программа ввода-вывода данных от абонентов (на абоненты), выставивших запрос прерывания;

ПОД - программа обработки входных данных процессором в соответствии с заложенным алгоритмом;

ППД - программа подготовки выходных данных для абонентов.

Отметим функции ПОП:

- сохранение состояния прерываемой программы;
- установка битовых флагов (при необходимости);
- выставление заявки на Д1;
- контроль по временным интервалам хода программы.

Принципы реализации дисциплины обслуживания во временном аспекте показаны на рис. 7. В приведенном примере 1-й канал имеет более высокий приоритет, чем 2-й. Прерывание инициализируют механизмы программно-аппаратного вызова соответствующей подпрограммы обработки информации. Как правило, программы обмена связаны с соответствующими прерываниями, которые инициализируют или вызывают привязанные к ним программы обмена.

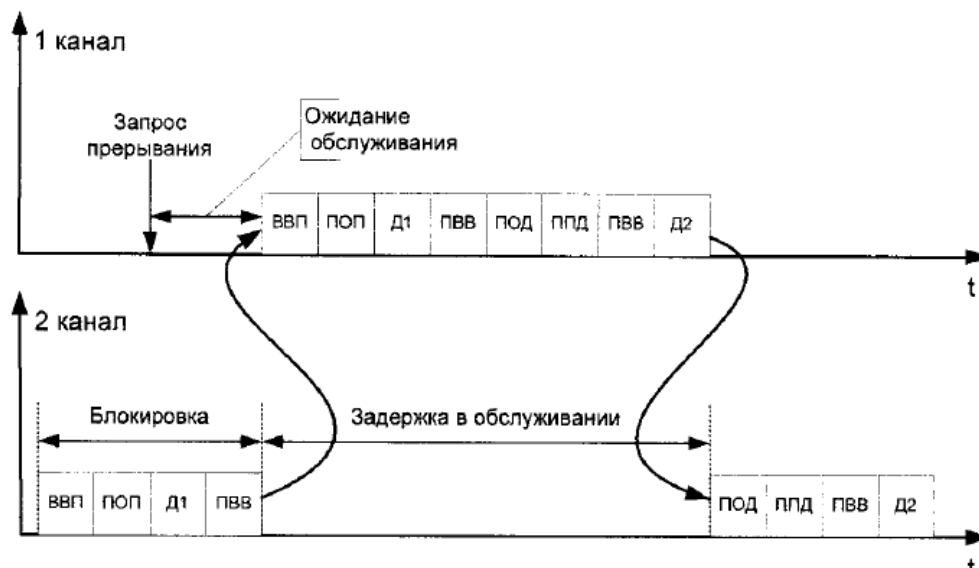


Рис. 7. Временная диаграмма приоритетного обслуживания асинхронных абонентов

Заключение.

Отметим, что дисциплина обслуживания заявок на прерывание в ВСПВ должна удовлетворять определенному условию, которое, естественно, выражается в виде неравенства.

Итак, если принять допустимый период повторения обслуживания прерывания от i -го абонента равным T_i , то вычислительная система в контуре управления будет правильно работать в реальном масштабе времени при условии:

$$T_i \geq t_{\text{вв}_i} + t_{\text{выд}_i} + t_{\text{расч}_i} + \sum_1^j t_{\text{обсл}} + \sum_1^k t_{\text{ос}}$$

где $t_{\text{вв}_i}$ - время ввода информации от i -го абонента в оперативную память;

$t_{\text{выд}_i}$ - время выдачи результатов i -му абоненту;

$t_{\text{расч}_i}$ - время расчета управляющих воздействий для i -го абонента;

j - количество прерываний более высокого приоритета;

$t_{\text{обсл}}$ - полное время обслуживания прерывания;

k - количество прерываний низкого приоритета;

$t_{\text{ос}}$ - время работы диспетчера операционной системы по запоминанию заявки на прерывание.

При этом отметим еще один критерий – по опыту специалистов потери на ввод-вывод информации ВСПВ более 30% не допустимы.

Описанная дисциплина обслуживания абонентов в ВСПВ успешно используется в заказах.

Список литературы

1. Вендеров А.М. Проектирование программного обеспечения электронных информационных систем: Учеб. – М.: Финансы и статистика, 2005
2. Орлов С.А. Технология разработки программного обеспечения: Учеб. пособие. – СПб.: Питер, 2003
3. Макаровских Т.А. Документирование программного обеспечения. В помощь техническому писателю. Учеб. пособие. – М.: Ленанд, 2015