

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 681.3.066

Л. Д. ЗАБРОДИН, В. Н. КОРОБОВ, В. Ф. ОВЕРЧЕНКО  
(Москва)

РЕАЛИЗАЦИЯ СВОЙСТВ  
АДАПТИРУЕМОСТИ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ МИНИ-ЭВМ

Последние годы характеризуются интенсивным развитием систем автоматизации научных исследований, в которых широкое применение находят мини-ЭВМ. Большое разнообразие областей науки и техники, в которых создаются эти системы, а также специфика целей автоматизации в каждом конкретном случае определяют широкий спектр задач, решаемых ЭВМ, и, как следствие, приводят к многообразию требований к их операционным системам (ОС). Часто одним лишь распределением функциональных программ по уровням приоритетов и заданием схемы их взаимодействия в рамках стандартных ОС мини-ЭВМ даже с учетом генерируемости ОС не удается достичь требуемых характеристик работы ЭВМ (как временных, так и функциональных) в конкретном применении. В этих случаях необходимо расширение или модификация ОС, что обычно представляет собой сложную и трудоемкую задачу в силу неприспособленности большинства стандартных ОС мини-ЭВМ к проведению этой работы [1]. В связи с этим актуальными являются разработка принципов адаптируемости ОС к требованиям конкретных применений и их реализация при проектировании операционных систем мини-ЭВМ.

Для достижения адаптируемости ОС мини-ЭВМ должны обладать рядом структурных и функциональных характеристик, к которым в первую очередь относятся: «прозрачность» структуры ОС и связей между ее модулями, способствующая быстрому выявлению составных частей ОС, их функционального назначения и характера взаимодействия;

возможность программирования самим пользователем основных алгоритмов планирования выполнения программ на ЭВМ в соответствии со спецификой работы системы;

генерируемость средств ОС с минимальной избыточностью (в силу ограниченности ресурсов мини-ЭВМ крайне важно в состав ОС включать только те функции, которые действительно необходимы);

возможность изменения функциональных средств ОС, если возникает такая потребность из-за несоответствия имеющихся средств требуемым или отсутствия необходимых средств;

возможность реализации системных и прикладных функций ЭВМ на языках высокого уровня (это свойство ОС способствует уменьшению затрат на разработку систем автоматизации).

Предлагаемый подход к проектированию ОС мини-ЭВМ для достижения требуемых характеристик адаптируемости ОС основан на использовании концепции процесса как основной единицы работы для ОС и структуризации ОС расслоением на уровни, определении функционального содержания каждого уровня и правил их взаимодействия.

Спецификой используемого подхода к структуризации ОС является определение на ее нижнем уровне только тех функций, которые инвариантны к требованиям конкретных применений мини-ЭВМ. В этом случае аппаратура ЭВМ, ее система команд и программные средства нижнего уровня ОС, реализующие выполнение инвариантных к применению функций (примитивов) по управлению процессами и ресурсами, образуют некоторую виртуальную машину (ВМ). Важнейшее свойство ВМ как базы для построения разнообразных ОС состоит в том, что в ней отсутствуют примитивы, связанные с конкретными дисциплинами планирования выполнения процессов и обработки их очередей. Программы, реализующие примитивы ВМ, не являются процессами, а служат как бы расширением системы команд ЭВМ путем их программной реализации. К числу функций ВМ относится также обработка прерываний в ЭВМ.

Множество примитивов виртуальной машины, которое реализует концепции мультипрограммирования, распределения ресурсов ЭВМ и управления процессами, делится на две группы: внутренние и внешние. Внутренние примитивы недоступны процессам для использования и являются собственными атрибутами ВМ. К ним относятся две операции: WAIT и SIGNAL [2]. Примитив WAIT используется для блокировки процессов при возникновении условий, препятствующих их развитию; примитив SIGNAL активизирует заблокированные процессы, когда перестают выполняться условия блокировки.

Внешние примитивы ВМ доступны процессам и позволяют последним использовать ресурсы ЭВМ, взаимодействовать друг с другом, а также управлять собственным развитием. Эта группа содержит примитивы запроса и освобождения ресурсов ЭВМ, чтения и записи информации, образования процессов, их прекращения, задержки и возобновления и т. д.

Планирование выполнения процессов, загрузка соответствующих им программ в оперативную память, обработка их очередей и другие системные функции возлагаются на системные программные процессы. Поэтому тип операционной системы ЭВМ и режим ее работы определяются только на уровне программных процессов.

Такая идеология построения ОС предполагает, что программные процессы на ЭВМ неравнозначны и с точки зрения ВМ делятся на привилегированные и непривилегированные. Первые из них выполняют системные функции ОС и не могут быть запланированы другими процессами. Они активизируются при инициации сгенерированной ОС или при использовании примитивов ВМ. Важнейшим свойством привилегированных процессов является разрешение им непосредственного доступа к глобальным информационным структурам ВМ.

Непривилегированные процессы доступны для планирования их выполнения любым другим процессам по своему имени, но им запрещен доступ к глобальным информационным структурам ВМ. Процессы этого типа могут носить как системный, так и прикладной характер, и приоритетные соотношения между ними устанавливаются пользователем с учетом достижения требуемых свойств системы.

Предлагаемая структура программного обеспечения мини-ЭВМ и распределение функций между уровнями представлены на рис. 1. Первые три уровня образуют программную часть виртуальной машины, содержащую процедуры обработки прерываний, а также внутренние и внешние примитивы ВМ. На 4-м и 5-м уровнях расположены привилегированные и непривилегированные системные процессы, а 6-й уровень составляют процессы пользователей, причем взаимное расположение уровней 5 и 6 на этой схеме не отражает действительного соотношения приоритетов входящих в них процессов.

Часто совокупность программных средств, выполняющих примитивы ВМ, называют монитором ВМ. Для выполнения сформулированных принципов адаптивности монитор ВМ должен обладать соответствующими структурными характеристиками. Хорошо структурированным средством для построения монитора ВМ является монитор Хоара [2]. Монитор Хоара — это набор процедур и информационных структур, который доступен процессам в режиме разделения, причем в каждый момент времени монитор может обрабатывать запрос только одного процесса. Процедуры монитора выполняют функции примитивов ВМ. Генерируемость, а при необходимости и расширяемость набора примитивов ВМ, построенной как монитор Хоара, достигается путем изменения состава и количества процедур монитора ВМ на стадии генерации ОС.

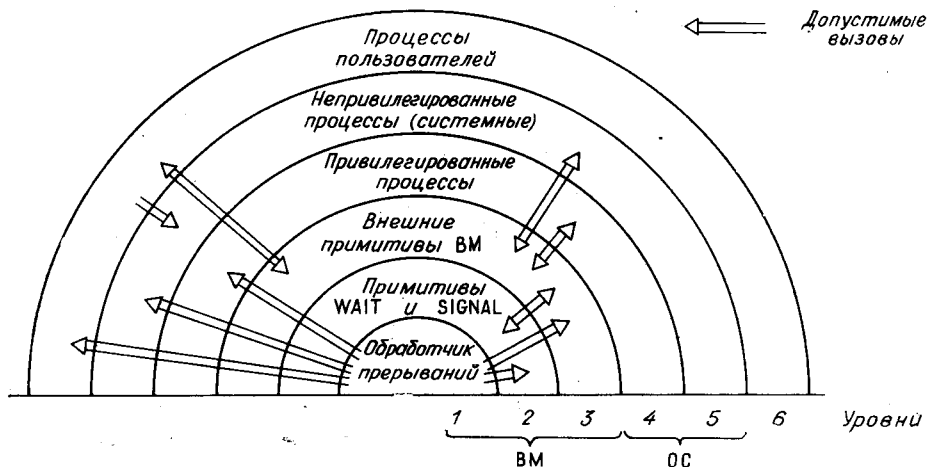


Рис. 1. Уровни программного обеспечения мини-ЭВМ.

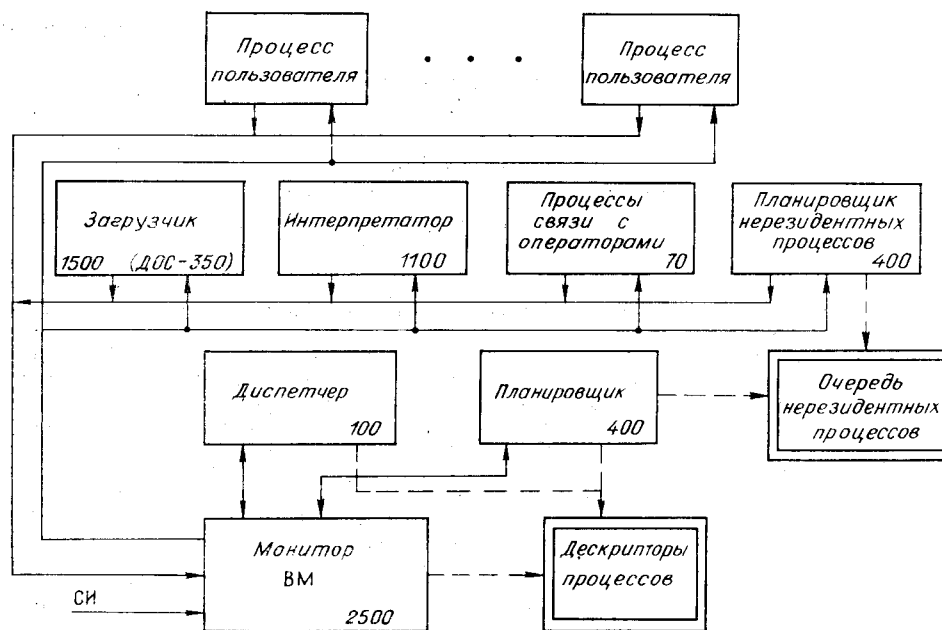


Рис. 2. Структура ОС реального времени:  
сплошные стрелки — управляющие связи, пунктирные — информационные связи.

Описанный подход был опробован при разработке ОС реального времени ЭВМ М-6000, работающей на линии с макетом сектора линейного ускорителя мезонной фабрики [3]. Разработанная для этой ЭВМ ВМ содержит 20 примитивов и представляет собой двухуровневый иерархический монитор Хоара. Обращение к внешним примитивам ВМ возможно как на мнемокоде ЭВМ М-6000, так и на ФОРТРАНе.

На базе ВМ ЭВМ М-6000 построены две версии ОС реального времени (перфоленточный и дисковый варианты), которые имеют идентичную структуру (рис. 2) и отличаются одна от другой загрузчиком и планировщиками нерезидентных (в незначительной степени) и резидентных процессов. В соответствии с требованиями организации работы ЭВМ на линии с ускорителем основной алгоритм планирования в ОС — алгоритм циклической диспетчеризации с циклом, равным или кратным периоду инжекции ускорителя (10 мс). Привилегированными процессами в ОС являются диспетчер и планировщик резидентных процессов, а на уровне системных непривилегированных процессов находятся загрузчик, интерпретатор языка директив оператора, планировщик нерезидентных процессов и процессы связи с операторами. На рис. 2 указаны объемы основных частей ОС.

Реализация двух версий ОС реального времени на единой базе и разработка на той же базе ОС для некоторых других систем, отличных от ускорителя, подтверждают возможность создания адаптируемых к требованиям широкого круга применений ОС мипи-ЭВМ и доказывают правомочность предложенного подхода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мытус Л. Л. Операционные системы реального времени, применяемые в АСУТП (обзор зарубежных систем). — Программирование, 1977, № 6, с. 44—56.
2. Hoare C. A. R. Monitors: An Operating System Structuring Concept. — Commun. of the ACM, 1974, vol. 17, N 10, p. 549—557.
3. Дитрих И. И., Забродин Л. Д., Иванов Ю. С. и др. АСУ сектора линейного ускорителя мезонной фабрики. — В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1977, с. 175—179.

Поступило в редакцию 13 июля 1979 г.