

# РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ОС УПРАВЛЕНИЯ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ

З.В. Каляев

Многозадачный режим функционирования многопроцессорных вычислительных систем характеризуется, в первую очередь, заранее неизвестным потоком входных заданий. Невозможно заранее спланировать, какое количество ресурса будет выделено тому или иному заданию для решения. В связи с этим основным условием существования многозадачного режима для многопроцессорной вычислительной системы является масштабируемость прикладного программного обеспечения.

С целью обеспечения функционирования реконфигурируемых вычислительных систем [1] (РВС) в многозадачном режиме была предложена структура ОС [2,3]. В состав ОС должны входить следующие компоненты [5,6]: подсистема удаленного многопользовательского доступа к базовым модулям (СМД), планировщик заданий, подсистема посттрансляции, загрузчик исполняемых модулей параллельных программ в память вычислительной системы, монитор состояния базовых модулей, система обработки нештатных ситуаций, драйверы и низкоуровневые библиотеки, система тестирования БМ. Каждый из этих компонентов решает отдельную задачу, а их совокупность решает задачу многозадачной ОС РВС.

СМД предназначена для обеспечения обработки удаленных запросов пользователей на использование вычислительного ресурса. Подсистема реализует протоколы прикладного уровня удаленного вызова процедур обращения к вычислительному ресурсу. Подсистема состоит из серверной части, являющейся необходимым компонентом ОС, и клиентской части, исполняемой на машинах-клиентах.

Планировщик заданий предназначен для выделения ресурсов вычислительной системы заданиям из входного потока. Алгоритм планировщика, в первую очередь, основывается на данных от монитора. Монитор ОС сообщает планировщику текущую карту состояний всех базовых модулей. На основе анализа данной карты планировщик принимает решение о том, сколько базовых модулей и какой задаче выделить для ее решения. Решение также может основываться на приоритете задачи, ее положении во входной очереди, на требовании задачи к минимальному набору ресурсов. Стратегия, алгоритм и критерии планирования могут как оптимизироваться, так и модернизироваться в зависимости от области применения вычислительной системы с целью повышения пропускной способности потока задач.

Компонентом ОС, влияющим на решения планировщика заданий, является подсистема обработки нештатных ситуаций. Данный компонент может влиять на работу всех компонентов ОС в случае возникновения нештатной ситуации. Система обработки нештатных ситуаций является автоматом, сопоставляющим действия всех компонентов ОС в случае возникновения нештатной ситуации работы базовых модулей или компонентов ОС. Система имеет как аппаратно зависимые компоненты, которые модернизируются при модернизации оборудования, так и аппаратно независимые компоненты. К нештатным ситуациям может относиться любая ситуация, возникшая в период от начала прихода задания во



Рис.1

входную очередь планировщика и до конца ее выполнения, при которой выполнение данного задания или других заданий становится затруднительным или невозможным.

Монитор системы выполняет функцию сканирования состояний базовых модулей (БМ). Монитор способен как в синхронном режиме, так и в асинхронном выдавать информацию о состоянии БМ. Монитор ставит в соответствие времени индексы базовых модулей, занятых решением той или иной задачи. Кроме того, функцией монитора является обеспечение информацией о технической исправности БМ. По запросу от компонентов системы в синхронном или асинхронном режиме в мониторе доступна следующая информация: номера свободных БМ, номера занятых БМ, номера БМ, занимающихся решением определенной задачи, номера неисправных БМ, информация о состоянии решения каждой задачи.

Драйверы и низкоуровневые библиотеки обеспечивают доступ к каналу БМ, логический доступ к оборудованию БМ, подачу команд и прочее. Библиотеки имеют иерархичное строение и по отдельности могут меняться.

Подсистема посттрансляции исполняемых модулей параллельных программ представляет собой реализацию методов автоматического масштабирования параллельных программ. Входными данными для подсистемы посттрансляции являются задание и массив БМ, выделенных планировщиком заданий для решения [4, 6]. Подсистема выполняет модернизацию исполняемого кода пришедшей программы на то количество вычислительного ресурса, которое выделено для ее исполнения планировщиком заданий. Масштабированный код параллельной программы передается загрузчику параллельных программ.

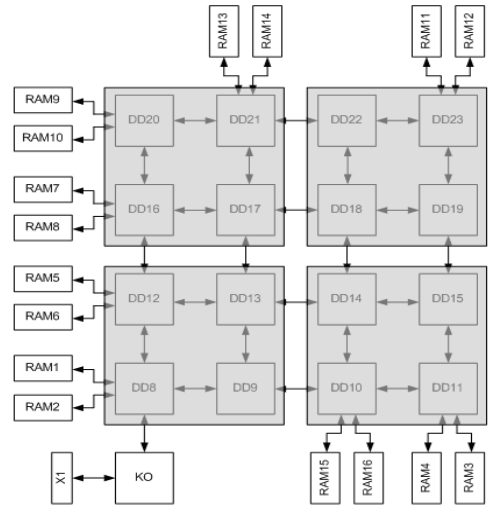


Рис.2



Рис.3



Рис. 4



Рис. 5

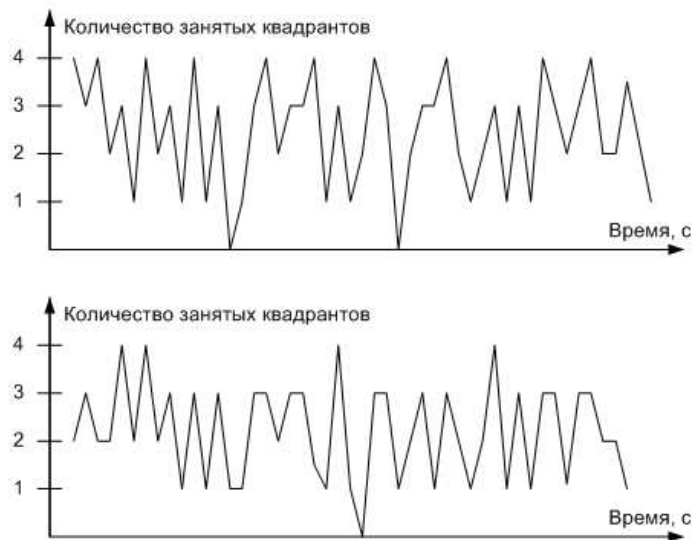


Рис.6

Загрузчик предназначен для загрузки и инициализации процесса выполнения параллельных программ. Входными данными для загрузчика является исполняемый масштабированный код программы, переданный подсистемой посттрансляции. Загрузчик выполняет заполнение памяти БМ машинным кодом, инициализацию регистров БМ необходимыми значениями.

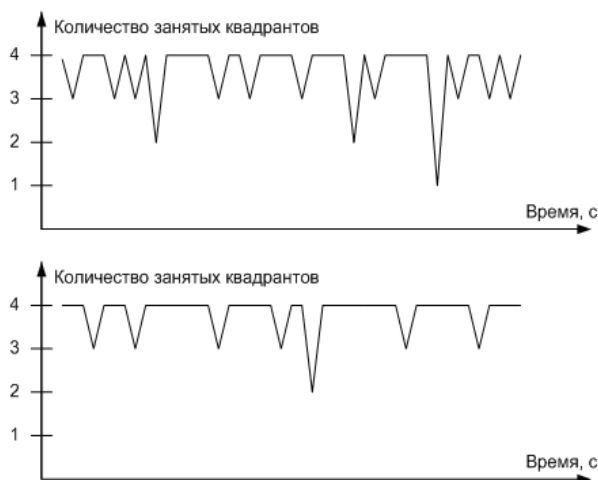


Рис. 7

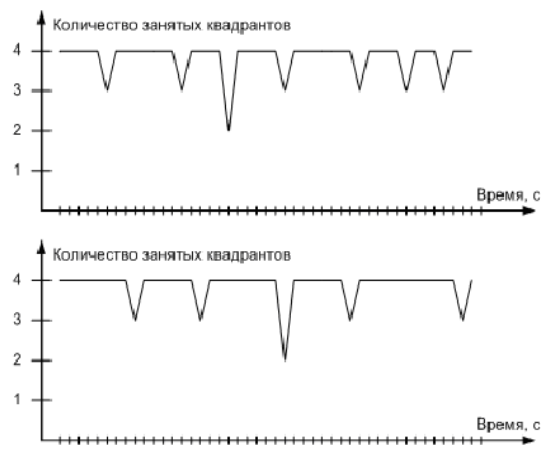


Рис. 8

С целью отладки описанных компонентов ОС РВС были разработаны основные компоненты ОС для управления вычислительным ресурсом, состоящим из одного БМ РВС. Разделение ресурса между заданиями



Рис. 10

выполнялось на уровне фрагментов (квадратов) БМ. Необходимо отметить, что при переходе от фрагментов БМ к РВС состоящей из множества БМ существенной переработки компонентов ОС не потребуется. Минимальный размер вычислительного ресурса – квадрат был выбран исходя из требований решаемых задач к минимальному количеству вычислительного ресурса. Таким образом, вычислительные ПЛИС БМ образуют четыре квадранта, на которых одновременно может решаться не более четырех задач.

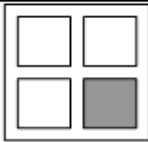
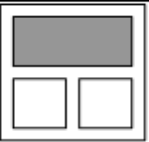
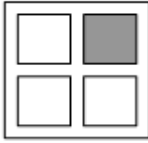
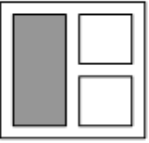
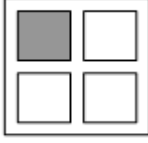
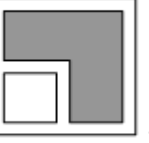
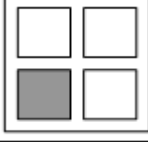
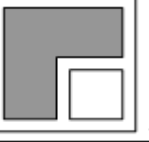
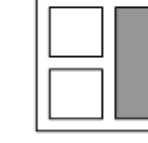
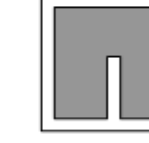
 - 0 квадрант	 - 1 и 2 квадранты
 - 1 квадрант	 - 2 и 3 квадранты
 - 2 квадрант	 - 0,1 и 2 квадранты
 - 3 квадрант	 - 1,2 и 3 квадранты
 - 0 и 1	 - 0,1,2 и 3
квадранты	квадранты

Таблица. 1

Для отладки разработанных компонентов ОС в терминах масштабируемых параллельных программ [6] были сформулированы три задачи:

- задача фильтрации жидкости в пористой среде;
- задача расчета фильтра с конечной импульсной характеристикой;
- задача умножения матрицы на поток векторов.

Конфигурации трех задач образуют множество сочетаний конфигураций, состоящее из 192 элемента.

Были проведены эксперименты по обработке потока заданий. Эксперименты с опытным образцом БМ и компонентов ОС РВ представляли собой решение различных потоков заданий на МНМС с разными процедурами планирования.

Эксперименты проводились для разных алгоритмов планирования вычислительного ресурса между заданиями. Необходимо отметить, что в зависимости от области применения РВС алгоритм планирования могут меняться и настраиваться не зависимо от других компонентов ОС.

Реализация и экспериментальное подтверждение корректности функционирования основных компонентов ОС для БМ РВС на основе разработанных методов и средств дает возможность использования РВС в эффективном многозадачном режиме с целью минимизации обработки разнородных потоков прикладных задач. Разработанные компоненты ОС могут быть использованы в суперкомпьютерных центрах коллективного доступа, в том числе с возможностью использования вычислительных ресурсов РВС через Интернет.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Каляев А.В., Левин И.И. Модульно-наращиваемые многопроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений. М.: Изд-во ООО «Янус-К», 2003. – 325 с.
2. Каляев З.В. Многозадачная распределенная операционная система. Искусственный интеллект. - Донецк: Наука і освіта, 2006. - №3. - С. 144-147.
3. Каляев З.В. Структура многозадачной распределенной операционной системы. Материалы седьмой Международной научно-технической конференции «Искусственный интеллект. Интеллектуальные и многопроцессорные системы». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006. – Т. 2. - С. 102-103.
4. Каляев З.В. Коваленко А.Г. Многозадачная распределенная операционная система многопроцессорной вычислительной системы с программируемой архитектурой. Известия ТРТУ. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006. – С. 179.
5. Каляев З.В. Компоненты многозадачной операционной системы для реконфигурируемой вычислительной системы. Материалы Третьей ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. – С. 140-141.
6. Каляев З.В. Система автоматического масштабирования параллельных программ для реконфигурируемых вычислительных систем // Материалы Международной научно-технической конференции

«Многопроцессорные вычислительные и управляющие системы – 2007». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – Т.1. – С. 285-289.