



Таким образом, в работе предложен подход, сформированный на базе частотных методов и метода гармонической линеаризации, позволяющий оценить параметры и устойчивость периодических движений в однотипной нелинейной МСАУ с нелинейностями и запаздыванием в прямых каналах, также рассчитано критическое запаздывание $\tau=1,37$.

Литература

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. - СПб, Изд-во «Профессия», 2014. - 752 с.
2. Ильясов Б.Г., Сайтова Г.А., Системный подход к исследованию многосвязных систем автоматического управления на основе частотных методов. Автоматика и телемеханика. 2013. № 3. с. 173-191.
3. Ильясов Б.Г., Кабальнов Ю.С. Исследование устойчивости однотипных многосвязных систем автоматического управления с гомономными связями между подсистемами //Автоматика и телемеханика. - 1995. - №7.-С.82-90.

Н.В. Ефимушкина

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СУПЕРСКАЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

(Самарский государственный технический университет)

Аннотация: Описывается подход к разработке имитационных моделей типовых центральных процессоров современных компьютеров. Моделирующая программа позволяет исследовать структуру суперскалярных процессоров и режимы их работы. Для обеспечения наглядности применяются принципы анимации.

Ключевые слова: имитация, суперскалярный процессор, конвейеры, конфликты.

Введение

Центральный процессор является основным и довольно сложным устройством современных компьютеров и систем на их основе. Исследованием этих и других устройств занимается теория вычислительных систем, которая использует аналитические, имитационные и экспериментальные методы [1, 2]. Первые характеризуются высокими погрешностями, а последние – большой сложностью и стоимостью. Наиболее предпочтительными для обучения являются методы имитационного моделирования, которые позволяют исследовать системы и устройства любой сложности с любым уровнем детализации параметров [3].

Формулировка проблемы

При разработке моделей процессоров решался ряд следующих проблем:

- 1) Определение структуры объекта, которая должна быть отображена в модели;



- 2) Определение состава характеристик, воспроизводимых моделью;
- 3) Выбор уровня детализации параметров;
- 4) Оценка адекватности модели.

При решении первой проблемы было выяснено, что основным принципом, используемым для повышения производительности современных процессоров, является конвейеризация. Поэтому в модели должны быть отображены конвейерные устройства. Известно, что конвейер работает эффективно, если в нем выполняется длинная линейная последовательность команд. В противном случае возникают конфликты. Они могут быть трех типов:

- a) По данным, когда результат предыдущей команды является операндом следующей;
- b) Структурные, которые возникают вследствие занятости некоторых устройств, например, при кэш-промахх;
- c) По управлению, связанные с необходимостью изменения порядка выполнения команд.

Конфликты могут устраняться динамически, во время выполнения программы, или статически, компилятором. Первый способ используется в суперскалярных процессорах, которые получили преимущественное распространение.

Отмеченные особенности работы суперскалярных процессоров привели к необходимости отображения в модели соответствующих элементов. Так, в ней представлены блок предсказания переходов, станция резервуар и буфер восстановления последовательности команд.

Что касается проблемы выбора состава характеристик объектов, то основными показателями работы вычислительных систем и их устройств являются временные: времена занятости и простоя устройств. Именно их и позволяют определить модели.

При решении проблемы выбора уровня детализации параметров модели решено представить структуру процессоров на уровне устройств, а моделируемую программу – с точностью до команд, среди которых должны быть операции, вызывающие конфликты.

Оценка адекватности выполнялась по результатам измерения основных характеристик типовых процессоров с помощью измерительных программных мониторов.

Описание модели для исследования суперскалярных процессоров

Предлагаемая модель предназначена для проведения лабораторных работ по дисциплине «Аппаратные средства вычислительной техники» для студентов направления 09.03.00 Информатика и вычислительная техника. Они могут быть полезны и при исследовании реальных процессоров с подобной структурой.

Исходными данными для моделирования являются:

- общее количество команд;
- доля целочисленных команд в моделируемой последовательности;
- доля команд с плавающей точкой в общей смеси;



- доля команд работы с памятью в моделируемой программе;
- доля команд условных переходов в общей смеси;
- число команд в теле условной структуры;
- размер станции резервуара;
- размер буфера восстановления последовательности;
- вероятность правильного предсказания перехода.

Результаты моделирования представляются в виде:

- количества выполненных команд;
- среднего времени выполнения команды;
- количества неправильно предсказанных переходов.

Моделирующая программа разработана на языке C++. Экранная форма процесса моделирования приведена на рис. 1.

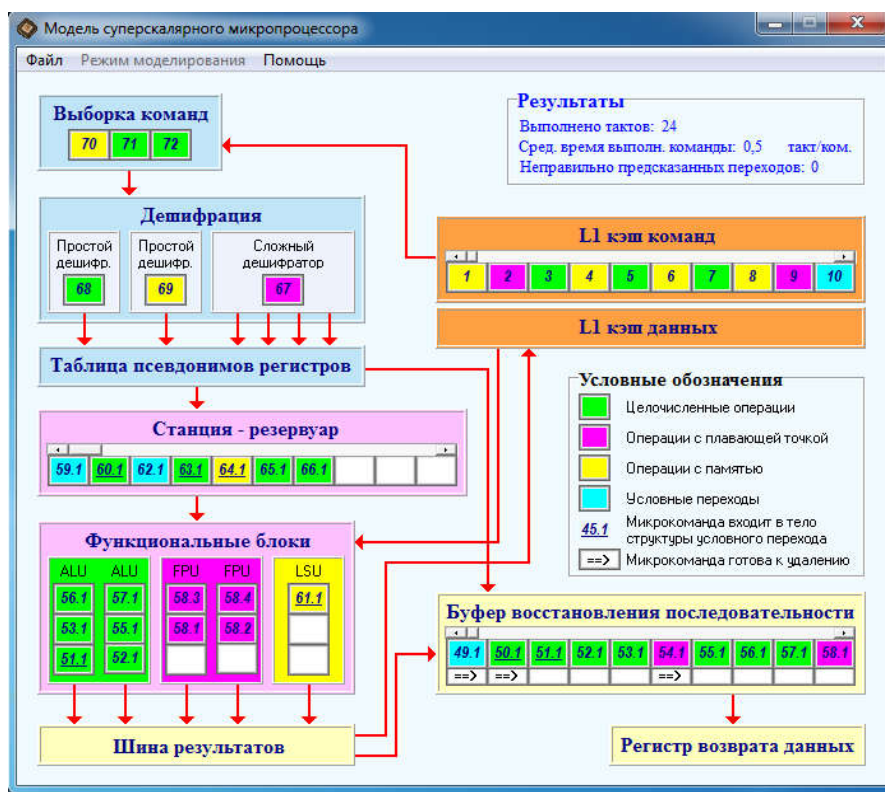


Рис. 1. Экранная форма процесса моделирования суперскалярного процессора

С помощью модели были проведены исследования работы процессора при разных смесях команд в моделируемой программе. Результаты исследования приведены на рис. 2 – 3. Так на рис. 2 представлена зависимость среднего времени выполнения операций от доли команд с плавающей точкой в смеси, а на рис. 3 – от вероятности выполнения команды условного перехода.

Измерения характеристик реального процессора с аналогичной структурой, выполненные с помощью монитора Sysinfo, показали, что погрешности



моделирования не превышают 15 – 18 %, что вполне приемлемо для целей обучения.

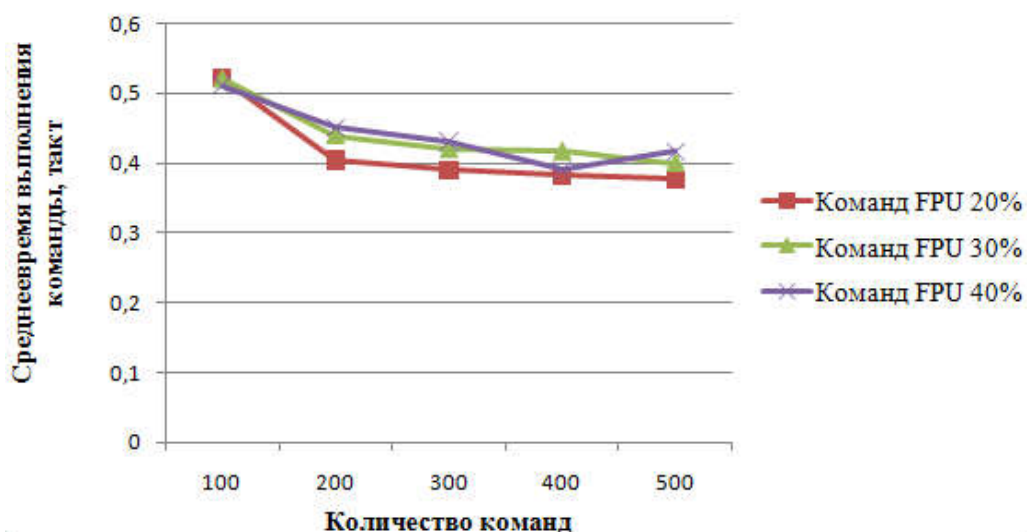


Рис. 2. Зависимость среднего времени выполнения команды от доли команд с плавающей точкой в смеси

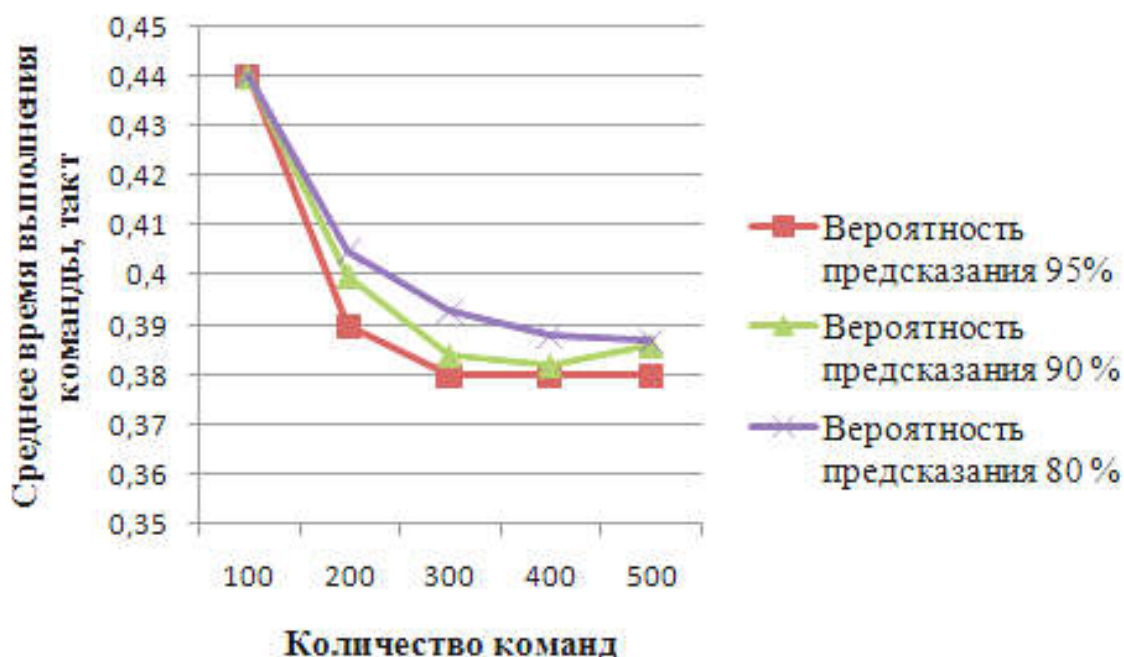


Рис. 3. Зависимость среднего времени выполнения команды от вероятности правильного предсказания перехода

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что предлагаемая модель адекватна и может быть использована в учебном процессе. Моделирующая программа включена в состав лабораторного практикума по дисциплине «Аппаратные средства вычислительной техники» для направления 09.03.00



Информатика и вычислительная техника. Она разработана с использованием универсальной среды C++, является упрощенной и воспроизводит основные элементы структуры и режимов функционирования суперскалярного процессора, что обеспечивает простоту усвоения материала и позволяет определять наиболее оптимальные параметры структур и режимов. Важной особенностью модели является применение анимации. Она обеспечивает максимальную наглядность и оптимальный подход к обучению.

Литература

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера: пер. с англ. / Э. Таненбаум.- Изд. 5-е.- СПб., 2010. - 848 с.
2. Организация вычислительных машин и систем/ С.П.Орлов, Н.В. Ефимушкина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 304 с.
3. S.P. Orlov and N.V. Efimushkina, “Simulation models for parallel computing structures”, 2016 XIX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), IEEE Conference Publications. V.1. P. 231-234. Publisher: IEEE Xplore, 2016.

В.Е. Зотеев, Е.В. Башкинова

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ТРЕТЬЕЙ СТАДИИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛЗУЧЕСТИ

(Самарский государственный технический университет)

Решение проблемы достоверной оценки предельного ресурса элементов конструкций в условиях реальной эксплуатации требует разработки новых численных методов построения моделей реологического деформирования на основе результатов эксперимента. При этом особое внимание следует уделить методам расчета и построения математических моделей третьей стадии ползучести, как стадии, непосредственно предшествующей разрушению [1].

На основе определяющих уравнений [1], описывающих процесс реологической деформации, построена математическая модель зависимости между деформацией ползучести p в пределах третьей стадии, временем t и номинальным напряжением σ_0 , которая описывается выражением вида:

$$p(t, \sigma_0) = -\frac{1}{\sigma_0 m \alpha} \ln(1 - \alpha m c \sigma_0^{m+1} t), \quad (1)$$

где $p(t, \sigma_0)$ – реологическая деформация, зависящая от времени t и напряжения σ_0 ; c и m – реологические константы материала; α – параметр материала, контролирующий процесс разупрочнения.

Так как в пределах третьей (ускоренной) стадии ползучести основное внимание уделяется ошибке прогнозирования времени разрушения, то при вы-