

Способ построения симулятора архитектуры Эльбрус с поддержкой функционального и потактового режимов моделирования инструкций

П.А. Порошин¹, А.Н. Мешков^{1,2}, С.В. Черных²

¹ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»

²АО «МЦСТ»

Программные модели вычислительных систем, или симуляторы, являются важным инструментом при разработке аппаратуры, новых микропроцессоров и программного обеспечения для них. При этом разные задачи формируют отличающиеся требования к симулятору: для каких-то задач важна функциональная корректность и скорость моделирования, для других требования к производительности ниже, но необходима возможность получения точной информации о времени исполнения каждой из операций. Первым требованиям удовлетворяют функциональные симуляторы, вторым – потактово-точные (потактовые).

Одновременно разрабатывать и поддерживать два разных симулятора (функциональный и потактовый) очень непросто и трудоемко. Поэтому имеет смысл найти способ, который бы позволил минимизировать дополнительные усилия на поддержку каждого из них. Помимо этого, в случае наличия рабочего функционального симулятора, целесообразно выработать подход к построению потактовой модели с переиспользованием кода функциональной модели.

В данной работе описываются решения, примененные к построению потактового симулятора микропроцессоров семейства «Эльбрус» с архитектурой VLIW [1] на основе существующего функционального симулятора.

Чтобы сократить усилия, необходимые для поддержки обеих моделей, было решено разработать симулятор, способный работать как в функциональном, так и в потактовом режимах. В первом режиме должна обеспечиваться функциональная корректность моделирования и высокая скорость работы, во втором, за счет сниженной производительности, также должны моделироваться задержки между операциями и различные блокировки конвейера. Основная идея совмещения двух режимов заключается в том, что один из них (в данном случае функциональный) реализуется полуавтоматическим способом из другого, более детального режима (потактового). Это и позволяет сократить общий объем работы, так как, в сущности, необходимо вести поддержку только более детального, потактового, режима моделирования.

Особенностью оригинального функционального симулятора является двухстадийное исполнение операций. Каждая операция описана псевдостадиями чтения и записи (рис. 1а), напрямую не связанными с конвейерными стадиями процессора и реализованными как функции. Это упрощает реализацию прерываний при исполнении широкой команды и других особенностей архитектуры Эльбрус. Потактовая модель разработана на основе оригинального функционального симулятора главным образом путем уточнения и «дробления» псевдостадий операций на стадии, соответствующие моделируемым стадиям конвейера (рис. 1б). Уточненные стадии являются основным описанием поведения операций в новом симуляторе и непосредственно используются при потактовом режиме работы. Для функционального режима работы необходимо восстановить псевдостадии чтения и записи оригинального функционального симулятора, что достигается путем автоматической «склейки» конвейерных стадий в соответствующие им псевдостадии на этапе компиляции (рис. 1в).

Тест производительности нового симулятора, работающего в функциональном режиме, не показал существенного замедления по сравнению оригинальным функциональным симулятором, что позволяет говорить о перспективности выбранного подхода.

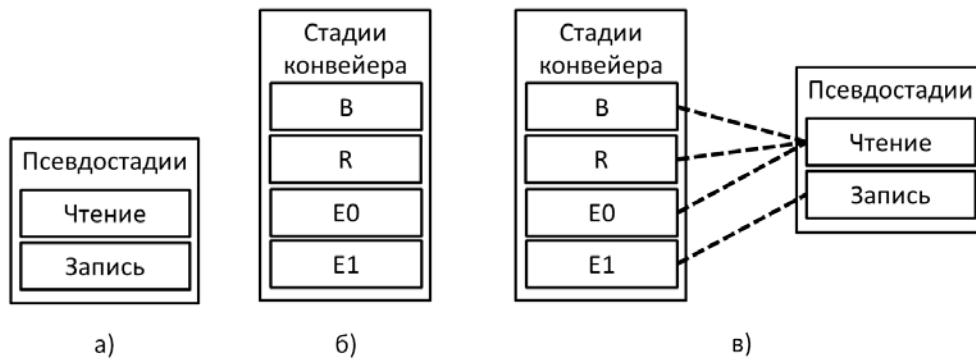


Рис. 1. Примеры описания операций с помощью стадий (стадии B, R, E0, E1 – моделируемые потактовым симулятором стадии конвейера)

Литература

1. Ким А.К., Перекатов В.И., Ермаков С.Г. Микропроцессоры и вычислительные комплексы семейства «Эльбрус». СПб.: Питер, 2013. 272 с.