

Калибровка позволяет обеспечить привязку разработанной программы управления к реальному РТК, т.е. компенсировать погрешности номинальной математической модели, используемой в системе off-line программирования [1].

В качестве обучающей среды проекта задействована сеть Интернет, а сам проект написан с использованием открытых Интернет-технологий, которые позволяют достичь охвата наиболее полной аудитории, а также снизить стоимость процесса обучения. При реализации проекта применялись языки Java, VRML, а также язык обработки гипертекста PHP. В качестве дополнительной возможности, некоторые алгоритмы были написаны с применением технологии Macromedia Flash. Каждая технология реализует отдельный функциональный модуль, дополняющий или взаимозаменяющий другие с целью построения полноценной системы обучения. Таким образом, система может расширяться для включения нового материала.

Разработанная система позволяет обучить студентов теории калибровки роботов, провести эксперименты с использованием как реальных роботов, так и их виртуальных моделей, а также проконтролировать правильность усвоения материала. Рассматриваемые теоретические вопросы включают алгоритмы калибровки положения детали относительно робота; алгоритмы калибровки геометрических параметров технологического инструмента робота; исследование точности и сходимости этих алгоритмов; оптимальное планирование калибровочного эксперимента [2,3].

Система состоит из трех основных модулей. Первый модуль содержит теоретические сведения по кинематике роботов. В нем также излагаются вопросы калибровки положения и ориентации объекта относительно робота и калибровки геометрических параметров инструмента. Второй модуль содержит средства визуального отображения теоретической информации, позволяющие наглядно продемонстрировать технические аспекты калибровки и закрепить материал, содержащийся в первом модуле. В третьем модуле реализована система контроля процесса обучения, которая следит за последовательностью выполнения работ, предоставляет возможность автоматической оценки знания студентов, выставления рейтингов и сбора статистики.

В настоящее время разработанная система размещена по адресам <http://robot-calibration.fatal.ru>, <http://alpha.ieor.berkeley.edu/calibration>, где проводится ее тестирование, совершенствование и расширение модулей.

#### **Литература**

1. Bernhardt A., Albright S.L.. Robot calibration. – Chapman & Hall, London, 1993. – 311 pp.
2. Robinette M., Manseur R. Robot-Draw, a visualization tool for robotics education. // IEEE Transactions on Education, Vol. 44, No. 1, 2001, pp. 29-34.
3. Zhang M.T., Kambouridis D., Lum R., Wahl T., Larskulsint P., Hirth G., Carlisle B., Goldberg K.. Fixture-based industrial robot calibration for silicon wafer handling // IEEE International Conference on Robotics and Automation, Taipei, Taiwan, China, 2003, 8 pp..

## **НЕРАЗРУШАЮЩАЯ САМОДИАГНОСТИКА ВСТРОЕННЫХ ОЗУ**

*Д.С. Петроненко*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *А.А.Иванюк*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

На протяжении последних лет наблюдается устойчивая тенденция по совершенствованию технологий производства цифровых устройств. С каждым годом всё большее распространение получают встроенные системы и системы на кристалле, когда практически вся аппаратура устройства расположена на одном чипе. В структуре таких систем доминирующее положение постепенно начинают занимать оперативные запоминающие устройства (ОЗУ).

Постоянное увеличение емкости и уменьшение технологических норм производства встроенной памяти приводит к значительному снижению качества выпускаемой памяти и увеличению количества сбоев и отказов запоминающих устройств в процессе эксплуатации

цифровой техники. Такая ситуация абсолютно неприемлема в системах энерго- и жизнеобеспечения, в системах военного комплекса, в медицинской технике и в ряде других случаев.

Для повышения отказоустойчивости и ремонтпригодности встроенных ОЗУ эффективными являются средства самодиагностирования и саморемонта запоминающих устройств. Диагностирование памяти имеет большое значение как на этапе производства для улучшения технологии производства ОЗУ, так и в процессе эксплуатации запоминающих устройств, особенно когда необходимо провести саморемонт неисправного элемента памяти в работающем устройстве без потери хранимых данных. В настоящее время развиваются исследования средств самодиагностирования, основанных на использовании неразрушающих маршевых тестов. Такие тесты имеют небольшую сложность, высокую покрывающую способность и сохраняют содержимое памяти неизменным. Алгоритмы, основанные на неразрушающих маршевых тестах, особенно подходят для проведения периодической диагностики ОЗУ без выключения устройства. Для увеличения эффективности неразрушающего диагностирования ОЗУ целесообразным является использование адаптивного сигнатурного анализатора (АСА), который упрощает вычисление сигнатуры всей памяти или сигнатуры линейного блока памяти, а также контроль факта нарушения симметрии в маршевых тестах.

В данной работе рассмотрен процесс самодиагностирования и саморемонта встроенных запоминающих устройств с применением дихотомического алгоритма, основанного на симметричных неразрушающих маршевых тестах.

В процессе функционирования встроенной памяти сигналом для инициирования процедуры самодиагностирования запоминающего устройства может быть, например, истечение определенного временного интервала или несовпадение эталонной и рабочей сигнатур памяти. В этом случае память переходит в режим диагностирования и временно становится недоступной для всего устройства. В качестве диагностического алгоритма предлагается использование дихотомического алгоритма для локализации неисправных ячеек памяти и двух диагностических подтестов для установления типов неисправностей. При проведении дихотомического алгоритма в качестве схемы сжатия результатов работы симметричного маршевого теста используется АСА, что позволяет значительно ускорить сходимость алгоритма к неисправной ячейке памяти.

После окончания процедуры самодиагностирования в случае обнаружения неисправностей производится саморемонт неисправных ячеек памяти. Если все неисправности были успешно отремонтированы, происходит возобновление и дальнейшее продолжение работы запоминающего устройства без потери информации.

В представленной работе для получения экспериментальных результатов была разработана программная модель бит-ориентированной памяти. При проведении эксперимента были смоделированы всевозможные расположения и типы функциональных неисправностей. Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод об эффективности предложенного дихотомического алгоритма по сравнению с другими неразрушающими диагностическими алгоритмами для различных комбинаций неисправностей.

## **АНАЛИЗ АППАРАТУРНЫХ ЗАТРАТ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ТЕСТОВЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ ВСТРОЕННЫХ ОЗУ**

***С.Б. Мусин***

Научный руководитель – к.т.н., доцент ***А.А. Иванюк***

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

В последнее время большое внимание уделяется такому важному направлению высоких технологий, как методология проектирования СБИС типа «системы на кристалле» (СнК). В таких системах на одном кристалле интегрируются различные функциональные блоки, называемые также ядрами интеллектуальной собственности (IP-cores). Практика создания СнК предполагает многократное использование одних и тех же ядер в различных проектах. Как правило, сторонние разработчики предлагают, являющиеся их собственностью, ядра в виде синтезируемого HDL описания на регистровом уровне (RTL). Проектировщик покупает IP-cores и, при помощи САПР