

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК \_\_\_\_\_

Кохно  
Павел Михайлович

Разработка методов и алгоритмов тестирования оперативных  
запоминающих устройств

Автореферат  
на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-40 80 05 Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

---

Научный руководитель  
Ярмолик Вячеслав Николаевич

---

д-р. техн. наук, профессор

---

*(подпись научного руководителя)*

Минск 2015

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Быстрое развитие технологии производства полупроводниковых приборов позволяет создавать ОЗУ с очень высокой степенью интеграции. В связи с этим увеличивается вероятность возникновения неисправностей. Для обеспечения надежности большое внимание должно быть уделено своевременному обнаружению неисправностей памяти, поскольку отказы ОЗУ могут составлять до 70% от общего числа отказов системы. Таким образом обнаружение неисправных состояний ОЗУ является весьма важной и актуальной проблемой, которая традиционно решается с применением маршевых тестов, эффективно обнаруживающих простейшие модели неисправностей ОЗУ. Современный этап развития методов и средств тестирования ОЗУ сопряжен со следующими основными проблемами:

- 1) Неуклонный рост емкости ОЗУ
- 2) Существенное отличие физической структуры ОЗУ от логической организации, когда физически соседние запоминающие элементы имеют логически удаленные адреса
- 3) Многие разновидности физических дефектов и отказов современных ОЗУ могут быть описаны только с помощью сложных моделей неисправностей ОЗУ.

Актуальность обозначенных вопросов предопределили выбор темы диссертационной работы, ее цель и задачи.

Литературный обзор базируется на открытых публикациях в отечественной и зарубежной литературе. Теоретические основы исследования в большом объеме заложены в работах преподавателей кафедры ПОИТ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Список используемых источников обширен и достаточен для детального изучения выбранной темы.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Цель и задачи исследования

*Целью* данной работы является сравнительный анализ методов и средств тестирования ОЗУ. Разработка соответствующих методов и алгоритмов, позволяющих улучшить качество обнаружения неисправностей.

*Основные задачи* исследования:

- 1) Провести анализ методов тестирования ОЗУ. Оценить сильные и слабые стороны существующих методов.
- 2) Разработать алгоритм, позволяющий улучшить качество тестирования ОЗУ.
- 3) Реализовать разработанный алгоритм и провести экспериментальные исследования эффективности разработанной схемы.

*Объектом* исследования являются маршевые тесты ОЗУ.

*Предметом* магистерской диссертации являются методы анализа производительности и эффективности маршевых тестов ОЗУ.

Главной *гипотезой*, положенной в основу данного исследования, является то, что подходы, основанные на использовании маршевых алгоритмов тестирования, являются наиболее приемлемыми и будут преобладать в будущем. При этом все более широкое распространение получают их модификации. Это обусловлено высокой обнаруживающей способностью маршевых алгоритмов тестирования ОЗУ, а также малыми аппаратными затратами на реализацию генератора тестов. Существует большое количество разнообразных маршевых тестов, с разной сложностью работы и покрывающей способностью, поэтому задача выбора теста для конкретной памяти и определения конкретных ошибок является довольно трудоемкой. Таким образом, для решения этой задачи будем разрабатывать представленное программное средство.

### **Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническими заданиями и планами работ кафедры «Разработать модели, методы, алгоритмы для оценки параметров, повышения надежности и качества функционирования аппаратно-программных средств систем и сетей сложной конфигурации и внедрить в современные обучающие комплексы» (ГБ № 11-2004, № ГР 20111065, научный руководитель НИР – В. В. Бахтизин).

## **Личный вклад соискателя**

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя В. Н. Ярмолик, заключается в формулировке целей и задач исследования.

## **Апробация результатов диссертации**

Некоторые положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международной заочной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования» (РИНЦ).

## **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 2 печатные работы: «Неразрушающие маршевые тесты ОЗУ» и «Анализ эффективности маршевых тестов ОЗУ», в сборнике трудов и материалов международной конференции.

## **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, семи глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложения. Первая глава посвящена рассмотрению ОЗУ и встречающихся в них неисправностей. Во второй главе более подробно рассматриваются модели неисправностей памяти. Третья глава описывает применение неразрушающих маршевых тестов реализуемых в рамках процедур самотестирования ОЗУ. Другие виды неразрушающих тестов представлены в четвертой и пятой главах. Шестая глава посвящена рассмотрению этапов разработки программного средства, а так же анализу и тестированию полученных результатов. В седьмой главе рассматриваются основные функции разработанного программного средства и представлены графические материалы, отображающие результаты его работы.

Общий объем работы составляет 88 страниц, из которых основного текста – 58 страниц, 27 рисунков на 18 страницах, 11 таблиц на 5 страницах, список использованных источников из 42 наименований на 4 страницах и 1 приложения на 4 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

**Во введении** обосновывается актуальность темы, сформулированы цель и задачи, определены объект и предмет исследования. Изложены методологические и теоретические основы диссертационного исследования, обоснованы его научная новизна и практическая значимость.

**В первой главе - «Анализ ОЗУ»** - посвящена рассмотрению ОЗУ, встречающихся в них неисправностей, а так же краткому обзору существующих средств самотестирования современных ОЗУ.

**Во второй главе - «Математические модели неисправностей»** - более подробно рассматриваются модели неисправностей, описывающие функциональное проявление дефектов в процессе работы памяти.

Наиболее распространенные модели неисправностей:

1. Константные неисправности: логическое значение ячейки памяти всегда равно 0 или 1 независимо от операций, производимой с этой или другими ячейками памяти.

2. Переходные неисправности: ячейка не способна осуществлять переход из состояния логического 0 в состояние логической 1 либо наоборот.

3. Неисправности взаимного влияния: изменение логического значения одной (влияющей) ячейки отражается на значении второй (зависимой) ячейки. Ячейка с меньшим адресом может влиять на ячейку со старшим и наоборот.

4. Кодочувствительные неисправности. Рассматриваются как обобщение моделей неисправностей взаимного влияния.

**В третьей главе – «Неразрушающее маршевое самотестирование ОЗУ»** - рассматривается применение неразрушающих маршевых тестов реализуемых в рамках процедур самотестирования ОЗУ, как наиболее приемлемый метод с точки зрения сохранности данных.

В рамках данной главы рассматривается неразрушающее тестирование по методу Конемана, по методу Николаидиса, а так же глобально-симметричные неразрушающие тесты ОЗУ.

Другие виды неразрушающих тестов представлены в **четвертой и пятой главах: «Локально-симметричные маршевые тесты ОЗУ» и «Многократные маршевые тесты»**. Благодаря их использованию достигается большая эффективность при тестировании средств ОЗУ.

**Шестая глава - «Разработка программного средства анализа маршевых тестов ОЗУ»** посвящена рассмотрению этапов разработки программного средства: генерации тестируемой памяти, неисправностей ОЗУ, методов обработки различных видов маршевых тестов, а так же анализу и тестированию полученных результатов.

В седьмой главе - «Методика использования разработанного программного средства» - рассматриваются основные функции разработанного программного средства и представлены графические материалы, отображающие результаты его работы.

Библиотека БГУИР

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения магистерской диссертации проведен анализ литературы по предметной области, на основе которого были сформулированы цели и задачи магистерской диссертации. Методы и средства тестирования оперативных запоминающих устройств основываются на маршевых тестах. Все методы разработки маршевых тестов не автоматизированы и являются эвристическими, более того их эффективность в части сложных неисправностей сложно оценить аналитически. Поэтому важной и неотъемлемой частью методологии разработки тестов ОЗУ, является система оценки их качества в части обнаруживающей способности предлагаемых тестов.

Были разработаны математические модели и методы, положенные в основу разработанного программного средства. Произведена разработка спецификации требований, в которой были учтены поставленные задачи. Архитектура программного средства разработана с учётом обоснованности логического разделения программного средства на программные модули, за каждым из которых закреплена определённая задача. Технические приёмы программирования, использованные в ходе магистерской диссертации, выбирались учётом множества критериев, которым полностью соответствует выбранный инструментарий разработки. Спроектированная модель памяти, модуль генерирования неисправностей, модуль отвечающий за выполнение маршевых тестов выполняют все возложенные на них задачи. Были обоснованы причины выбора использованных информационных технологий.

Тестирование программного средства было проведено несколькими способами. Использование функционального тестирования и юнит-тестирования подтвердило надежность и отказоустойчивость разработанного программного средства. В ходе работы разработано руководство пользователя, где были описаны основные пути работы с программным средством.

Результатом работы является разработка программного средства анализа эффективности маршевых тестов, которое удовлетворяет всем современным критериям надежности и функциональности программных средств. С помощью разработанного программного средства был проведен сравнительный анализ популярных маршевых тестов, результаты которого представлены в работе.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Кошно, П.М. Неразрушающие маршевые тесты ОЗУ / П.М. Кошно // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 28 ноября 2014 г.: в 5 частях/ М.: «АР-Консалт», 2014. – С. 53-56.

2. Кошно, П.М. Анализ эффективности маршевых тестов ОЗУ/ П.М. Кошно // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 28 ноября 2014 г.: в 5 частях/ М.: «АР-Консалт», 2014. – С. 56-58.

Библиотека БГУИР