

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

УДК 621.317.799:621.382

Цедик  
Валерия Александровна

**Программно-управляемое коммутационное устройство  
для тестирования полупроводниковых приборов**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-41 80 02 «Технология и оборудование для  
производства полупроводников, материалов и приборов электронной  
техники»

Научный руководитель  
Шахлевич Григорий Михайлович  
к.физ.-мат. наук, доцент  
Научный консультант  
Лисенков Борис Николаевич  
ст. науч. сотр. ОАО «МНИПИ»

Минск 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Важным требованием к изделиям специального назначения является требование к радиационной стойкости. Она контролируется в процессе производства с помощью испытаний структур и микросхем. Для каждой партии требуется подтверждение радиационной стойкости согласно системе стандартов «Климат 7».

В Республике Беларусь отсутствует оборудованная испытательная база, соответственно испытания проводят в Российской Федерации, в рамках договоров с известной фирмой ЭНПО «СПЭЛС». Стоимость полного цикла испытаний одной партии интегральных микросхем памяти (10-15 шт.) на устойчивость к воздействию специальных внешних воздействующих факторов (СВВФ) составляет 20 тыс. у.е., партии тестовых структур элементной базы — 10 тыс. у.е.

Требования к достоверности оценки показателей радиационной стойкости ЭК весьма высоки. Завышенная оценка стойкости ЭК может явиться причиной катастрофического отказа жизненно важной РЭА. Занижение действительной стойкости ЭК приведет к неоправданному увеличению затрат на ее дополнительное повышение или к ограничению условий применения ЭК.

Для повышения достоверности оценки радиационной стойкости ЭК, возникает необходимость контроля параметров тестируемого комплекта в процессе облучения, по мере накопления дозы проникающей радиации. Это сложная задача, так как обычная измерительная аппаратура в этих условиях не применяется.

Разрабатываемый в рамках проекта измерительный комплекс предназначен для применения в центре коллективного пользования «Радиационный центр» при ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению». Использование комплекса позволит выполнять испытания изделий микроэлектроники на радиационную стойкость в Республике Беларусь как на стадии изготовления пластин так и на стадии готовых изделий и сэкономит значительные финансовые средства за счёт снижения затрат на испытания в Российской Федерации. Таким образом, создание предлагаемого измерительного комплекса является весьма актуальным.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами**

Тема диссертационной работы утверждена Советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». Диссертационная работа выполнялась на кафедре «Электронной техники и технологии» в рамках научной программы:

ГБ 11-2020 «Материалы, технологические процессы и устройства радиоэлектронной, электронно-оптической и медицинской техники»

Исследование проводится в рамках НИР «Разработка и исследование аппаратно-программных средств коммутации и измерения параметров микроэлектронных приборов при радиационном воздействии» в составе ГПНИ «Фотоника, опто- и микроэлектроника»

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертации является исследование проблем, связанных с созданием средств коммутации для нужд микроэлектроники, поскольку такие коммутаторы в странах СНГ никогда не производились и опыт их создания отсутствует, а также разработка и исследование новых методов и средств коммутации испытательных сигналов для автоматизированных систем тестирования.

Для достижения поставленной цели необходимо было выполнить следующие задачи:

1. Провести анализ методов построения и элементной базы современных средств коммутации для тестирования полупроводниковых приборов и выбрать оптимальные методические и конструктивные решения.
2. Разработать алгоритм работы матричного коммутатора на основе принципа «любой к любому»

**Объект исследования** – матричные коммутаторы для тестирования полупроводниковых приборов.

**Предмет исследования** – аппаратное и программное обеспечение устройств коммутации измерительных сигналов для систем тестирования полупроводниковых приборов.

### **Научная новизна и значимость полученных результатов.**

1. Разработан оригинальный метод управления матричным коммутатором в составе АИК, в котором введена операция по указанию портов тестирования коммутатора непосредственно на измерительной схеме теста представленной на дисплее измерителя.

2. Показано, что использование использования матричного коммутатора в составе АИК, значительно упрощает процесс тестирования, уменьшает себестоимость коммутатора и надежность тестов.

3. Конструктивные решения, примененные в программно-управляемый матричным коммутаторе не имеет аналогов в странах СНГ.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Схемотехническое решение матричного коммутатора 5x48.
2. Метод задания конфигурации замкнутых узлов программно-матричного коммутатора в составе автоматического измерительного комплекса.

### **Личный вклад соискателя**

Все основные научные результаты, представленные в работе, получены соискателем самостоятельно. В диссертации изложены результаты научно-исследовательских работ, выполненных в соавторстве (4 публикации). В публикациях с соавторами личный вклад соискателя заключается в разработке методик исследований, постановке основных экспериментов, проведении теоретических и экспериментальных исследований.

Участие научного руководителя: кандидата технических наук, доцента кафедры ЭТТ БГУИР Шахлевича Г.М. заключалось в обсуждении структуры, целей и задач исследований, обсуждении и обобщении результатов теоретических и практических исследований, проведенных автором самостоятельно.

Участие научного консультанта: старшего научного сотрудника ОАО «МНИПИ» Лисенков Б.Н. заключалось в подготовке и передаче автору объектов для исследования и теоретических данных, сотрудничество в проведении исследований.

### **Апробация результатов диссертации**

Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы были представлены на следующих научных конференциях: 13-ая международная молодежная научно-техническая конференция «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникации, РТ-2017», 11-ая международная научно-техническая конференция молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения», международная научно-техническая конференция «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии», 7-ая международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии, автоматизация и механотроника машинно- и приборостроения», 18-ая международная выставка «Радиоэлектроника и приборостроение»

### **Опубликованность результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликовано 4 печатные работы в материалах научных конференций, 1 представлена устным докладом, принято участие в одной выставке.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка цитируемой литературы из 21 наименования. Общий объем диссертации 63 страницы, в том числе 36 иллюстраций и 4 таблицы.

Во введении приводится обоснование актуальности работы.

Первая глава носит обзорный характер. В ней проводится анализ методов построения и элементной базы современных средств коммутации. Рассмотрены основные типы коммутаторов для тестирования полупроводниковых приборов и современные ключевые элементы.

Во второй главе приведены характеристики ключевых элементов матричного коммутатора, исследованы электрические принципиальные схемы электронного коммутатора.

В третьей главе рассмотрены задания конфигураций матричного коммутатора американской фирмы Keithley. Разработан свой метода задания конфигурации матричного коммутатора в составе АИК, описаны его основные преимущества.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного исследования основных типов коммутаторов для систем тестирования ПП заключено, что единственным типом коммутатора, который обеспечивает коммутацию входов и выходов по принципу “любой к любому” являются матричные коммутаторы.

В качестве аппаратно-программных средств коммутации для измерения параметров тестируемой группы ПП выбран программируемый коммутатор матричного типа.

Разработана структурная схема программируемого коммутатора объемом  $5 \times 48$ , состоящая из контроллера и четырех модулей коммутации МК1 - МК4 и структурная схема модуля коммутации, которая состоит из регистра управления и матрицы коммутации объемом  $5 \times 12$ .

На основе структурных схем разработана электрическая принципиальная для платы матричного коммутатора.

Для проверки работоспособности матричного коммутатора разработана методика расчета сопротивления пути между двумя любыми узлами. Рассчитанные максимальные значения сопротивления цепи в несколько раз превышают измеренные, следовательно, матричный коммутатор для тестирования полупроводниковых приборов с использованием герконов работоспособен.

Предложенная методика задания конфигурации матричного коммутатора позволяет визуально проанализировать полную измерительную схему, представленную в виде таблицы на экране ПК, повысить оперативность программирования АИК, и упростить конструкцию коммутатора.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1] Цедик, В. А. Управление матричным коммутатором в системах тестирования полупроводниковых приборов Цедик В.А.[ и др.]// Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ - 2017» : материалы 13-й междунар. молодежной науч.-техн. конф., Севастополь, 20 — 24 ноября 2017 г. / Севастоп. гос.ун-т; под ред. А. А. Савочкина. — Севастополь :Изд-во СевГУ, 2017. — 304 с.- С.183.

[2] Цедик, В. А. Конструкция матричного коммутатора / В. А. Цедик, Г. М. Шахлевич, Б. Н. Лисенков // Новые направления развития приборостроения : материалы 11-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, (18-20 апреля 2018 г.) / пред. редкол. О. К. Гусев. - Минск : БНТУ, 2018. - С. 99

[3] Цедик В.А. Элементы конструкции матричного коммутатора/ В. А. Цедик, Г. М. Шахлевич, Б. Н. Лисенков // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. (Могилев, 26–27 апр. 2018 г.) [Электронный ресурс] / редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : БелорусскоРоссийский университет, 2018. – Режим доступа: <http://bru.by/content/science/conferences/materialsconferences>. – С. 412-413

[4] Tsedik V.A. Algorithm of setting the configuration of the closed loops of the matrix switch / Tsedik V.A.,Lisenkov V.N. , Shaklevich G.M. //Vii международная научно-практическая конференция «инновационные технологии, автоматизация и механотроника машинно- и приборостроения» . - Минск : БНТУ, 2019.– С. 62.