

## ОТЗЫВ

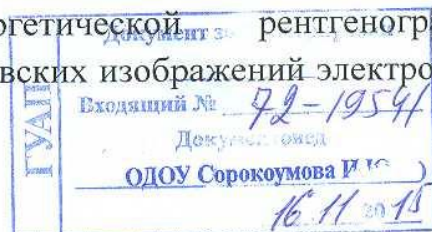
на автореферат диссертации Григорова Михаила Сергеевича  
на тему: «Математическое и программно-техническое обеспечение  
неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды,  
веществ, материалов и изделий

В настоящее время предприятия, занимающиеся производством электронных модулей, при контроле качества выпускаемой продукции используют различные методы диагностики и локализации дефектов. Традиционными методами в данной области являются методы оптического и вихретокового контроля, однако иногда их применение является неэффективным или невозможным. В таких случаях для решения задач контроля выпускаемых электронных модулей используется метод неразрушающего рентгеновского контроля.

Сложность современных электронных модулей, их многослойность и неоднородность обуславливает необходимость применения мультислойной рентгенографии. Это ведет к росту числа формируемых рентгеновских изображений, а, следовательно, и к увеличению времени контроля электронных модулей рассматриваемым методом. Это определило цель диссертационного исследования: повышение оперативности неразрушающего рентгеновского контроля при обеспечении заданной точности определения дефектов электронных модулей. Достижение поставленной цели лежит в области применения компьютерных технологий, направленных на поддержку деятельности экспертов в ходе контроля качества электронной продукции. Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что актуальность темы диссертационной работы Григорова Михаила Сергеевича не вызывает сомнений.

Достижение поставленной цели осуществляется решением следующих частных задач исследования:

- проблемно-классификационный анализ систем неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей;
- разработка структурно-функциональной модели системы неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей;
- разработка метода формирования рентгеновского мультиизображения электронных модулей на основе набора его рентгеновских изображений;
- разработка методики мультислойной рентгенографии, обеспечивающей формирование набора рентгеновских изображений электронных модулей;



– разработка программно-технического комплекса неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей;

– экспериментальная проверка разработанного математического и программно-технического обеспечения неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей с оценкой его эффективности.

Научная новизна работы заключается в разработке:

– структурно-функциональной модели системы неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей, отличающейся осуществлением обоснованного выбора режимов работы источника рентгеновского излучения для получения набора рентгеновских изображений с целью формирования единого мультиизображения электронного модуля;

– метода формирования рентгеновского мультиизображения электронного модуля, основанного на разделении и слиянии областей набора его рентгеновского изображения;

– методики мультиэнергетической рентгенографии, позволяющей получить набор рентгеновских изображений электронного модуля в моменты действия переменного анодного тока и напряжения, определяемые командами источнику рентгеновского излучения;

– программно-технического комплекса неразрушающего рентгеновского контроля, обеспечивающего автоматизированный выбор режимов работы источника рентгеновского излучения, формирование единого мультиизображения и анализ полученных изображений на наличие дефектов электронного модуля.

Практическая ценность исследования определяется доведением разработанного научно-методического инструментария неразрушающего рентгеновского контроля до программной реализации, реализацией экспериментального образца детектора рентгеновского излучения, установлением экспериментальной зависимости показателя качества области получаемого изображения от режима работы источника рентгеновского излучения, а также разработкой программных средств, позволяющих провести анализ качества разварки соединительного проводника кристалл-рамка по расположению контактных площадок кристалла интегральной микросхемы.

Диссертация по своей теме и содержанию соответствует паспорту специальности 05.11.13. Материалы диссертации опубликованы автором с необходимой полнотой в статьях, а также в сборниках материалов научных конференций, имеют широкую апробацию на конференциях.

Недостатки, отмеченные по содержанию:

- не в явном виде представлена интерпретация результатов, приведенных в таблице 1;

- не в явном виде показано, по какой причине был выбран показатель качества рентгеновского изображения, приведенный на стр.10, формула (3).

Указанные недостатки не снижают общую положительную оценку работы и ценность полученных в диссертации научных результатов.

Вывод: Диссертация соответствует требованиям Положения ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Григоров Михаил Сергеевич, заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Заведующий кафедрой «Автоматизированных и информационных систем управления»  
Старооскольского технологического института  
им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
доктор технических наук,  
профессор

Ю.И. Еременко

Подпись профессора Еременко Юрия Ивановича  
заверяю

Начальник отдела  
кадров СТИ НИТУ «МИСиС»



О.Н. Перминова

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ  
ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

<http://www.sf-misis.ru>;

Адрес 309516, Белгородская область, г. Старый Оскол,

мкр. Макаренко, д. 42,

СТИ НИТУ «МИСиС»

Телефон: 8 (4725) 45-12-10

Email: [erem49@mail.ru](mailto:erem49@mail.ru)