



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)
федеральное государственное казенное военное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования

**ВОЕННАЯ
АКАДЕМИЯ СВЯЗИ
ИМЕНИ МАРШАЛА
СОВЕТСКОГО СОЮЗА
С.М.БУДЕННОГО**

г. Санкт-Петербург,
Тихорецкий пр., д.3, 194064
Тел. 294-76-71 (247-94-14)

« » 2015 г. №

Ученому секретарю
Диссертационного совета Д 212.233.01 на
базе Санкт-Петербургского государственного
университета аэрокосмического
приборостроения (ГУАП)
доктору технических наук,
профессору Шелесту Д.К.
190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 67

ГУАП	Документ зарегистрирован 20.11.2015
	Входящий № 72-2017/15 Документовед ОДОУ Сорокоумова И.Ю.

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Григорова Михаила Сергеевича,
выполненной 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"**

Тема диссертационной работы Григорова М.С. актуальна, поскольку неразрушающий рентгеновский контроль дефектов электронных модулей требует применения специальных методов и средств для оперативного формирования, обработки и анализа рентгеновских изображений объекта контроля. Существующие средства неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей в виду отсутствия автоматизации процесса определения параметров источника рентгеновского излучения, автоматизированной количественной оценки качества полученного рентгеновского изображения объекта контроля, не позволяют оперативно получать информацию о локализации его дефектов. Данная работа посвящена разработке методического обеспечения, позволяющего в значительной мере по-

высить оперативность неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей при обеспечении заданной точности определения дефектов.

Объектом диссертационного исследования являются системы неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей, а предметом – методы, методики и алгоритмы формирования, обработки и анализа рентгеновских изображений.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается:

- правильным выбором методов научных исследований и использованного математического аппарата;

- практическим апробированием разработанных соискателем метода формирования мультиизображения электронного модуля и методики мультиэнергетической рентгенографии;

- результатами экспериментов и обработки большого количества рентгеновских изображений типовых электронных модулей, подвергаемых неразрушающему рентгеновскому контролю.

Одна из основных частей работы посвящена анализу различных свойств рентгеновских изображений и разработке метода формирования мультиизображения электронного модуля на основе определенного набора его рентгеновских изображений. В своей работе автор использовал методы корреляционного анализа для поиска взаимосвязи между субъективными оценками качества рентгеновских изображений функциональных элементов электронных модулей и количественными показателями, учитывающими яркостные характеристики изображения и его характеристики четкости. В применении к рентгеновским изображениям электронных модулей соискателем введен новый количественный показатель качества, определяемый как отношение средней яркости анализируемой области изображения к сосредоточенности долей энергии для данной области. Коэффициент корреляции экспертных и количественных оценок качества области рентгеновского изображения составил $CORR = 0,8932$, что говорит о высокой степени корреляции сравниваемых показателей. Для усовершенствования процесса формирования необходимого набора рентгеновских изображений соискателем предложена методика мультиэнергетической рентгенографии, позволяющая получить требуемый набор изображений при наименьших затратах, опираясь на получение зависимости интенсив-

ности рентгеновского излучения от параметров его источника и формирования команд данному источнику.

Далее автором разработан программно-технический комплекс для реализации неразрушающего рентгеновского контроля электронных модулей, а также проведена оценка его эффективности. Для оценки эффективности были использованы данные исследований электронных модулей различных типов, полученные до и после внедрения предложенных математического программно-технического обеспечения. Сравнение величин ошибок и времени, затрачиваемого для выявления однотипных дефектов, показывает преимущество авторского метода перед существующими решениями задачи.

Однако следует отметить ряд замечаний по автореферату:

- не в явном виде представлены результаты определения оператором контроля состояния проводников и смещения выводов по результатам эксперимента;

- не представлена сравнительная характеристика предложенного показателя качества рентгеновского изображения и других известных показателей.

Данные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы.

В диссертационной работе Григорова М.С. цель исследования достигнута. Выводы автора, основанные на большом экспериментальном материале, не вызывают возражений, а публикации полностью отражают содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Григоров Михаил Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Докторант 31 кафедры (автоматизированных систем специального назначения) Военной академии связи им. С.М. Буденного

Кандидат технических наук

«12» ноября 2015 г.



В.О. Куваев

Сведения:

Фамилия: Куваев
Имя: Валерий
Отчество: Олегович
Ученая степень: Кандидат технических наук
Место работы: Военная академия связи им. С.М. Буденного
Должность: Докторант
E-mail: Litva @list.ru
Телефон: +7 905 201 11 77

Почтовый адрес: 194064, Санкт-Петербург, Тихорецкий проспект, д.3

Подпись Куваева Валерия Олеговича заверяю
Начальник строевого отдела



__ .ноября 2015

И. Африкантов