



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Чуприновой Ольги Витальевны
на тему: «Техническая диагностика печатных узлов тепловизионным
методом неразрушающего контроля», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 –
Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий,
веществ и природной среды (технические науки)**

Диссертационная работа О.В. Чуприновой посвящена разработке программно-аппаратного комплекса, реализующего тепловизионный метод автоматизированного контроля печатных узлов для совершенствования процессов проведения диагностики печатных узлов.

Работа представляется актуальной поскольку обусловлена современными тенденциями развития электронной промышленности, что требует разработки более производительных средств технического контроля. Работа направлена на решение важной научно-практической задачи – повышение оперативности процесса контроля и диагностики неисправностей печатных узлов за счет разработки нового программно-аппаратного комплекса, реализующего тепловизионный метод неразрушающего контроля. Существенным достоинством работы является предлагаемый автором новый подход к автоматизации данного процесса, реализованный в виде программно-аппаратного комплекса, ключевым преимуществом которого является применение тепловизионного метода неразрушающего контроля с нейросетевой обработкой данных, что позволило повысить уровень автоматизации процесса диагностики печатных узлов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложено использовать нейронную сеть для диагностики дефектов печатных узлов по данным термограммы низкого разрешения – 8 на 8 пикселей. Преимуществом данного решения является возможность существенного упрощения аппаратной части разрабатываемого программно-аппаратного комплекса: отказ от дорогостоящих матриц высокого разрешения позволяет

снизить стоимость и энергопотребление системы, сохранив при этом требуемую точность выявления неисправностей.

2. Разработанная математическая модель обработки термограмм, в отличие от классических методов компьютерного зрения требующих сложных преобразований изображений, оперирует непосредственно цифровыми значениями термограммы, что позволяет минимизировать вычислительную нагрузку на аппаратуру контроля, повысить оперативность проведения диагностики.

3. Предложен новый алгоритм количественной оценки изменения надежности печатных узлов, отличительной особенностью которого является использование данных тепловизионного контроля в модифицированной модели закона Аррениуса. Алгоритм позволяет напрямую связать текущие температурные перегревы компонентов с кинетикой деградиационных процессов в материалах печатного узла, что дает возможность перейти к научно обоснованному прогнозированию остаточного ресурса и оценке влияния реального теплового режима на долговечность печатного узла в процессе его эксплуатации.

Основная часть работы выполнена соискателем лично, по материалам диссертации опубликовано 25 научных работ, в том числе: 6 работ в рецензируемых научных изданиях ВАК, из них 4 без соавторов, 17 работ в других изданиях, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит в развитии методов инфракрасной термографии для задач диагностики радиоэлектронных изделий.

Результаты исследований имеют не только теоретическую, но и практическую значимость, которая подтверждена актами внедрения на двух промышленных предприятиях: ООО «Нью-Лайн» и ООО «Бергмаш».

Наряду с этим, по содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. На стр. 3 автореферата в первом абзаце: «О необходимости внедрения современных автоматизированных систем контроля...» - в слове *необходимость* указано неверное окончание; во втором абзаце: «...однако на сегодняшний значительная доля...» пропущено слово «*день*».

2. Как и на основании чего формируется сегментация исследуемого печатного узла? Не повлияет ли на определение дефекта общее пересечение двух ближайших сегментов?

3. Из текста следует, что тепловизионный метод выявляет перегрев. Непонятно, как нейронная сеть на основе термограммы отличает, например,

«обрыв» от «неправильной полярности», если оба дефекта могут приводить к одному и тому же термическому эффекту – отсутствию нагрева компонента.

4. Автор критикует рентген за дороговизну, но не приводит сравнения эффективности предложенного программно-аппаратного комплекса в выявлении скрытых дефектов, например, микротрещин в корпусе, которые рентген видит, а тепловизор может пропустить.

Указанные замечания, однако, не отражаются на общей положительной оценке работы. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа на тему: «Техническая диагностика печатных узлов тепловизионным методом неразрушающего контроля» соответствует установленным требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. №842 (в действующей редакции), а ее автор, Чупринова О.В., заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)».

Жданова Екатерина Николаевна,
кандидат технических наук, доцент кафедры
информационно-измерительных систем и
технологий ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова
(Ленина)»

Адрес: 197022, ул. Профессора Попова,
д.5 литера Ф, Санкт-Петербург, Россия
Телефон: 8-960-254-07-53
E-mail: enzhdanova@etu.ru



Е.Н. Жданова

