



## СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“  
в област на висше образование „Технически науки“,  
професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“,  
научна специалност “ Микроелектроника ”

*Автор на дисертационния труд:* маг. инж. Радостин Венелинов Русев, катедра  
„Микроелектроника“, ФЕТТ, Технически университет – София

*Тема на дисертационния труд:* „Методи за анализ на дефекти в електронни компоненти“

*Член на научното жури:* проф. д-р инж. Николай Димитров Маджаров, катедра  
„Електроника“, Технически университет – Габрово

### **1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.**

Надеждността на съвременната електроника, при която съществува висока степен на интеграция, в голяма степен се определя от методите за производствен и текущ контрол и анализ на отказите в съставящите дискретни и интегрални електронни компоненти. Основната цел е да се постигне ниско съпротивление, висока механична якост и добра топлопроводимост на спойките в електронното изделие. При електронните модули, изработени върху печатни платки надеждността, се дефинира като способността на споените компоненти да функционират при дадени условия, и за даден период от време, без да надвишават допустимите нива на откази.

Акцентът на извършената работа в дисертацията е основно свързан с използването на нискотемпературни спойващи паста за подобряване надеждността и повишаване на качеството на спойващото съединение. В тази връзка е анализирано, как използването на нови материали и технологии, могат да оптимизират процеса на запояване и ускоряване на изпитвания по надеждност.

Получените научно-приложни резултати са използвани при извършените в глава 5 практически изследвания, съобразени със стандарт IEC-610H.

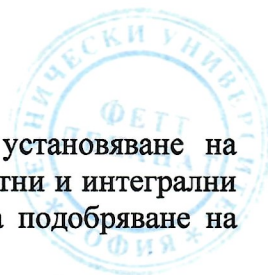
Всичко това обуславя актуалността на разработката и направеното от докторанта научно изследване.

### **2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал**

В обзорната част на дисертационния труд е показано много добро познаване на състоянието на проблема и удовлетворителна литературна осведоменост по отношение на безразрушителните и разрушителни методи за анализ на откази, включително техните предимства, технически системи и резултати от научно-приложни разработки на университетски и фирмени и колективи. Това е позволило правилна интерпретация на информацията и дефиниране на целта и задачите на дисертационната работа. При разработването на дисертационния труд авторът е използвал 189 литературни източника, основно на латиница, публикувани в периода 1981 - 2024 г., като голяма част от тях са след 2015г.

Всичко това показва, че докторантът е запознат добре със състоянието на изследванията по тематиката на дисертационния труд и притежава умения за самостоятелна разработка на нови идеи и схемотехнични решения в областта на методи за анализ на дефекти в електронни компоненти.

### **3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси.**



Целта на дисертационния труд е да се разработят методи за установяване на деламинация в интегрални схеми, откриване на кухини в спойки на дискретни и интегрални компоненти върху печатни платки, както и да се предложат решения за подобряване на надеждността на спойващото съединение.

Избраната методика за изследване включва експериментално верифициране на разработените технологии при запояване, методика за прецизно определяне състава на спояващи пасти и методологиите за откриване и оценка на дефекти при производството на електронни модули.

При всички изследвания е налице значително съвпадение на резултатите от аналитичното изследване и експерименталните данни, което дава основание да се счита, че параметрите на моделите са адекватно определени.

#### **4. Научни и/или научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд**

В дисертационния труд са формулирани осем приноса със значимост и полезност при идентифициране на деламинация в интегрални схеми при взаимодействието им с околната среда, и в частност при използването на нискотемпературни спояващи пасти, които намаляват температурните въздействия върху електронните компоненти, включително в аспекта на предотвратяване на деламинацията. Четири от тях могат да се определят като научно-приложни и четири като приложни. Всички се отнасят основно до развиването на съществуващи знания на системите за окачествяване, чрез извършване на изследвания, анализи, както и разработване на методи, създаващи по-издръжливи и надеждни електронни устройства и системи, които отговарят на нарастващите изисквания на съвременната технологична среда.

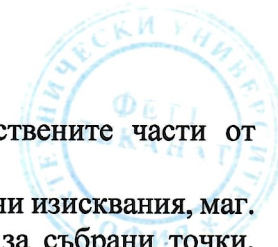
Научно-приложните приноси обобщават извършената работа по синтезирането, проектирането и разработването на технологии на комбиниран отпечатък и прецизно добавяне на специализирани материали в спояващите пасти, които дават възможност за създаване на индивидуални условия за оптимално запояване на всеки извод към контактна площадка. Доразвити са методологиите за откриване и оценка на дефекти при производството на електронни модули, като получените резултати са отнесени към стандартите в това направление.

Към приложните приноси могат да се отнесат резултатите от експерименталната работа, свързана с модифицирането и оптимизирането са методите за анализ на деламинация в интегрални схеми, за измерване на кухини в спойки, за измерване на сила на скъсване на спойката и за запояване чрез използване на струен печат, с приложение в технологията на запояване в парна фаза. Създадена е база с резултати от използване на комбиниран отпечатък и влиянието му върху количеството кухини в спойките и здравината им за различни електронни компоненти.

#### **5. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.**

Основните резултати, получени в дисертационния труд, са представени в седем научни публикации в периода 2020-2023 г., основно в съавторство с научния ръководител проф. д-р инж. проф. д-р Георги Ангелов и колеги от колектива, който той ръководи. Всичките статии са публикувани в издания, реферирани и индексирани в електронната бази данни SCOPUS. Допълнително може да се отбележи, че от справката в същата база данни, маг. инж. Радостин Венелинов Русев има 6 цитирания за периода 2021-2024 год. Тази научно-приложна работа съответства на индекс на Хирш 2.

Публикациите на докторанта по дисертацията, съдържат основните приноси, за които се претендира. Това съответства на изискванията на Закона за развитие на академичния състав и



на Правилника за неговото приложение за публикуване на най-съществените части от дисертационния труд.

По групите от показатели за изпълнението на минималните национални изисквания, маг. инж. Радостин Венелинов Русев е представил доказателствен материал за събрани точки, както следва:

Група от показатели А (най-малко 50 точки) - дисертационен труд. Общо 50 точки;

Група от показатели Г (най-малко 30 точки) - Г7 публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни - 7 бр. публикации с различен брой автори – 69.67 точки.

#### 6. Мнения, препоръки и бележки

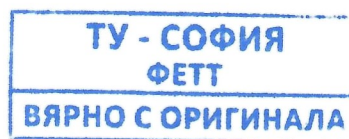
Нямам критични бележки по представените от докторанта материали. Да продължи работа в областта на съвременните методи за анализ на дефекти в електронни компоненти с различно приложение. Препоръчвам да насочи усилията си към разширяване на приложението на разработените методи и алгоритми за тестване в реалното производство на фирми в областта на съвременната електроника.

#### 7. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически Университет – София по отношение на обем, качество, научни приноси и публикации. Постигнатите резултати ми дават основание да препоръчам на Научното жури да присъди на маг. инж. Радостин Венелинов Русев образователната и научна степен „доктор” в област на висшето образование: 5. Технически науки, професионално направление: 5.2. Електроника, електротехника и автоматика, научна специалност „Микроелектроника“.

Дата: 12.08.2024 г.  
гр. Габрово

ЧЛЕН НА ЖУРИТО : (п)  
( проф. д-р инж. Николай Д. Маджаров)





## STATEMENT

on a dissertation

for obtaining the educational and scientific degree "Doctor"  
in a field of higher education *5. Technical Sciences*,

in professional field *5.2. Electrical Engineering, Electronics and Automation*,

Scientific subject: *Microelectronics*,

Author of the dissertation: Eng. Radostin Venelinov Rusev, MSc

Dissertation topic: METHODS FOR DEFECT ANALYSIS IN ELECTRONIC COMPONENTS

Member of the scientific jury: Prof. Dr. Nikolay Dimitrov Madzharov - Technical University – Gabrovo

### 1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and scientific-applied terms

The reliability of modern electronics, where there is a high degree of integration, is largely determined by the methods of manufacturing and ongoing control and failure analysis of the constituent discrete and integral electronic components. The main goal is to achieve low resistance, high mechanical strength and good thermal conductivity of the solder joints in the electronic product. In electronic modules built on printed circuit boards, reliability is defined as the ability of soldered components to function under given conditions, and for a given period of time, without exceeding acceptable failure rates.

The emphasis of the work performed in the dissertation is mainly related to the use of low-temperature solder pastes to improve the reliability and increase the quality of the solder joint. In this regard, it is analyzed how the use of new materials and technologies can optimize the soldering process and speed up reliability tests.

The obtained scientific and applied results were used in the practical studies carried out in chapter 5, in accordance with the IPC-610H standard.

All this determines the relevance of the development and the author's scientific research.

### 2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material

The overview part of the dissertation shows a very good knowledge of the state of the problem and a satisfactory literature awareness regarding the non-destructive and destructive methods of failure analysis, including their advantages, technical systems and results of scientific and applied developments of university and company and collectives. This has allowed a correct interpretation of the information and definition of the purpose and tasks of the dissertation work. In developing the dissertation, the author used 189 literary sources, mainly in Latin, published in the period 1981 - 2024, most of them after 2015.

All this shows that the author is well acquainted with the state of research on the subject of the dissertation and possesses skills for independent development of new ideas and schematic solutions in the field of methods for analyzing defects in electronic components.



### **3. Correspondence of the chosen research methodology and the purposes and tasks of the dissertation with the achieved contributions**

The aim of the dissertation is to develop methods for establishing delamination in integrated circuits, detecting cavities in solder joints of discrete and integral components on printed circuit boards, as well as to propose solutions for improving the reliability of the solder joint.

The chosen research methodology includes experimental verification of the developed soldering technology, a methodology for precisely determining the composition of soldering pastes and the methodologies for detecting and evaluating defects in the production of electronic modules.

In all studies, there is a significant coincidence of the results of the analytical study and the experimental data, which gives reason to consider that the parameters of the models are adequately determined.

### **4. Scientific and / or scientific-applied contributions of the dissertation work**

The dissertation formulated eight contributions of significance and utility in the identification of delamination in integrated circuits in their interaction with the environment, and in particular in the use of low-temperature solder pastes that reduce the temperature effects on electronic components, including in the aspect of preventing delamination. Four of them can be defined as scientific-applied and four as applied. All are primarily concerned with the development of existing knowledge of quality systems, by conducting research, analysis, as well as developing methods creating more durable and reliable electronic devices and systems that meet the increasing demands of the modern technological environment.

The scientific-applied contributions summarize the work carried out on the synthesis, design and development of technologies of combined imprint and precise addition of specialized materials in solder pastes, which enable the creation of individual conditions for optimal soldering of each pin to a contact pad. The methodologies for detecting and evaluating defects in the production of electronic modules have been further developed, and the obtained results are referred to the standards in this direction.

Applied contributions include the results of experimental work related to the modification and optimization of methods for delamination analysis in integrated circuits, for measuring solder voids, for measuring solder break strength, and for soldering using inkjet printing, with application in vapor phase soldering technology. A database has been created of the results of using a combined footprint and its effect on the amount of voids in the solder joints and their strength for various electronic components.

### **5. Evaluation of the dissertation publications**

The main results obtained in the dissertation work are presented in seven scientific publications in the period 2020-2023, mainly in co-authorship with the scientific supervisor Prof. Dr. Eng. Prof. Dr. Georgi Angelov and colleagues from the team he leads. All articles are published in publications, referenced and indexed in the SCOPUS electronic database. Additionally, it can be noted that from the reference in the same database, mag. Eng. Radostin Vanelinov Rusev has 6 citations for the period 2021-2024. This scientific and applied work corresponds to Hirsch index 2.



The doctoral student's dissertation publications contain the main contributions claimed. This corresponds to the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff and the Regulations for its Application for the publication of the most essential parts of the dissertation work.

On the groups of indicators for the implementation of the minimum national requirements, mag. Eng. Radostin Vanelinov Rusev has presented evidence for collected points as follows:

Group of indicators A (at least 50 points) - dissertation work. Total 50 points;

Group of indicators D (at least 30 points) - D7 publications in publications that are referenced and indexed in world-famous databases - 7 nos. publications with different number of authors – 69.67 points.

**6. Opinions, recommendations and notes**

I have no critical remarks on the materials presented by the doctoral student. To continue work in the field of modern methods for the analysis of defects in electronic components with different applications. I recommend that he direct his efforts to expanding the application of the developed methods and algorithms for testing in the real production of companies in the field of modern electronic.

**7. Conclusion**

I believe that the presented dissertation respond to the requirements of the Law on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations on the terms and conditions for obtaining scientific degrees at the Technical University - Sofia in terms of volume, quality, scientific contributions and publications. The achieved results give me grounds to propose to the Scientific Jury to award Eng. Radostin Venelinov Rusev, MSc with educational and scientific degree "Doctor" in the field of higher education: 5. Technical sciences, professional field: 5.2. Electronics, electrical engineering and automation, scientific specialty "Microelectronics".

August 12, 2024  
Gabrovo



Jury member:

(n)

/ prof. Dr. Nikolay Madzharov /

