

фит71-КС2-108
15.01.2026г.

СТАНОВИЩЕ



върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен
„Доктор на науките“

Област: **5. Технически науки**, Професионално направление: **5.1 Машинно инженерство**, Научна специалност: **Динамика, якост и надеждност на машините, уредите, апаратите и системите**

Автор на дисертационния труд: **доц. д-р инж. физ. Венцислав Митков Янчев**

Тема на дисертационния труд: **„Технология на тънкослойните резонансни устройства на Лембови микроакустични вълни“**

Член на научното жури: **проф. д-р инж. Марин Христов Христов**, Технически Университет – София

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.

Развитието на тънкослойните резонансни устройства, които използват микроакустични вълни (например Лембови вълни), представлява едно от най-динамичните направления в съвременната микроелектроника и акустoeлектроника. Микроакустичните резонатори (включително ПАВ, ОАВ и тънкослойни Лембови резонатори) са ключови компоненти в съвременните радио-честотни системи, като например филтри и осцилатори за мобилна комуникация, GPS, Wi-Fi и 5G устройства. Тези устройства позволяват прецизна обработка на сигнала при високи честоти, миниатюризация и ниска консумация на енергия — качества, които са критични за портативни и вградени комуникационни системи.

Лембовите вълни притежават специфични механични и електромеханични свойства, които ги правят чувствителни към промени в повърхността или обемните размери на устройство и перспективни за високочувствителни физични (температура, налягане) и биомедицински сензори, микрофлуидни системи и мониторинг на малки частици, течности или биологични проби и други. Тънките слоеве и мембранни структури, които служат за генериране и резонанс на Лембовите вълни, дават възможност за намаляване на размера на устройството, повишаване на работните честоти и оптимизиране на електрическия и механичния капацитет в сравнение с традиционните резонатори. Това е важно за модерни технологии като Интернет на нещата (IoT), носими (wearables) устройства, автомобилна електроника, както и за бъдещи космически и квантови приложения.

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

Дисертационният труд е с обем 281 страници, структурирани в 6 глави, и е илюстриран с 206 фигури и 22 таблици, като са използвани 198 литературни източника, като повечето от тях са от последните години и са от международни научни издания. Това

ми дава основание да смятам, че авторът познава съвременното състояние на решаваните от него проблеми, което позволява ясно формулиране на целта и основните задачи на дисертационния труд.

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

Доц. Венцислав Янчев е формулирал цел и задачи, които са адекватни и съответстват на изискванията за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор на науките“. Избраната методика включва сравнителен анализ на съществуващите решения, разработването на теоретични модели и нови методи за ефективен анализ по метода на крайните елементи, реализирана е нова тънкослойна резонансна технология, разработени и реализирани са принципно нови резонансни структури на базата на Лембови акустични вълни, направен е анализ на получените резултати.

4. Научни, научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд авторът е посочил 9 приноса, определени като научни, научноприложни и приложни. Приемам по-принцип приносите, които могат да бъдат обобщени, както следва:

Научни приноси

✓ Предложена и реализирана е нова тънкослойна резонансна технология, базирана на S0 Лембови акустични вълни. Проектирани, прототипирани и експериментално характеризирани са микро-акустични резонатори върху AlN мембрани. Разработени са S0 Лембови резонатори с вградена температурна компенсация на честотата на базата на композитни AlN/SiO₂ мембрани.

✓ Предложена и изследвана е цялостна теоретична рамка за моделиране и оптимизация на тънкослойни резонатори на Лембови акустични вълни която е успешно интегрирана с модела на свързаните вълни, което позволява ефективно проектиране и оптимизация на микровълнови акустични прибори. Аналитичните процедури са обогатени чрез използването на анализ посредством метода на крайните елементи.

✓ Разработени и експериментално реализирани са принципно нови резонансни структури на базата на Лембови акустични вълни. За първи път са проектирани, прототипирани и характеризирани резонатори, базирани на взаимодействието между S0 и A1 модове, както и структура, използваща S1 Лембова вълна с нулева групова скорост, демонстрираща нови резонансни свойства. Съществен принос представлява и изобретяването на радиочестотен трансформатор на напрежение, базиран на S0 Лембова резонансна структура, защитен с международна патентна заявка.

✓ За първи път е проектиран, прототипиран и експериментално характеризиран честотен генератор с нисък шум, стабилизирани чрез S0 Лембов резонатор. Разработени и изследвани са високо чувствителни S0 Лембови резонансни датчици за измерване на налягане и маса.

✓ Постигнато е иновативно топологично решение на тънкослоен резонатор на A1 Лембова вълна с разширена честотна лента и повишена работна мощност и нова концепция за резонансно устройство на A1 Лембова вълна върху пиедестали структурирани като рефлектори на Bragg.

Научноприложни приноси

✓ Предложеният теоретичен подход за моделиране е вграден в софтуер за проектиране на тънкослойни Лембови резонатори, който е интегриран към конвенционални симулатори за радиочестотен анализ.

✓ Проектиран е, съвместно с екип, иновативен самосъгласуван n79 филтър с ниски внесени загуби в лентата на пропускане и стръмни филтрови характеристики.

Приложен принос

✓ Съвместно с екип, разработената MEMS технологията е подходящо адаптирана към необходимите стандарти за успешно прототипиране на тънкослойни Лембови резонансни структури. На тази база е разработена комуникационна система с ниска консумирана мощност.

✓

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

По дисертационния труд са направени 30 публикации, от които 29 са реферирани в Scopus. Личното участие на автора се доказва от факта, че една от статиите е самостоятелна, а в 8 от тях доц. Венцислав Янчев е първи автор. Направената справка показва, че на включените в дисертацията публикации са забелязани повече от 800 цитирания в статии, реферирани в Scopus. Също така е приложен списък с 8 патента в САЩ, като 4 от тях са самостоятелни. Направените публикации и приложените цитирания, надхвърлят минимални изисквания за присъждане на образователната и научна степен „Доктор на науките“. Основните резултати на дисертационния труд са достояние на международната и българската научна общественост.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Нямам забележки и препоръки към представения дисертационен труд.

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

Считам, че дисертационният труд „Технология на тънкослойните резонансни устройства на Лембови микроакустични вълни“ на доц. д-р инж. физ. Венцислав Митков Янчев изцяло покрива изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за неговото приложение. Направените изводи и заключения са логически и компетентно построени.

Получените в дисертационния труд научни, научноприложни и приложни приноси, демонстрираните високо научно ниво и натрупан теоретически и практически опит ми дават достатъчни основания да предложа на уважаемите членове на Научното жури да присъди научна степен „доктор на науките“ по професионално направление 5.1 Машинно инженерство, научна специалност „Динамика, якост и надеждност на машините, уредите, апаратите и системите“ на доц. д-р инж. физ. Венцислав Митков Янчев.

14.01.2026 г.

Изготвил:

(проф. д-р инж. Марин Христов)

OPINION



of a dissertation thesis for awarding the scientific degree of
Doctor of Science

in Field of Science: **5. Engineering Sciences**

in Professional Field: **5.1 Mechanical Engineering**

Scientific Specialty: "Dynamics, strength and reliability of the machines, the devices, the appliances and the systems"

Author: **Assoc. Prof. Ventsislav Yantchev, Ph.D**

Topic of doctoral thesis: „The Thin-Film Lamb Wave Resonator Technology”

Member of the Scientific Jury: Prof. Dr. Eng. Marin Hristov Hristov, Technical University of Sofia

1. Relevance of the research problem in scientific and applied terms.

The development of thin-film resonant devices employing microacoustic waves (such as Lamb waves) represents one of the most dynamic directions in contemporary microelectronics and acousto-electronics. Microacoustic resonators (including SAW, BAW and thin-film Lamb wave resonators) are key components in modern radio-frequency systems, such as filters and oscillators for mobile communications, GPS, Wi-Fi and 5G devices. These devices enable precise signal processing at high frequencies, miniaturisation and low power consumption—qualities that are critical for portable and embedded communication systems.

Lamb waves exhibit specific mechanical and electromechanical properties that make them highly sensitive to changes in surface conditions or device dimensions, rendering them promising for highly sensitive physical (temperature, pressure) and biomedical sensors, microfluidic systems, and the monitoring of small particles, liquids or biological samples, among others. The thin-film and membrane structures used for the generation and resonance of Lamb waves allow for device size reduction, increased operating frequencies, and optimisation of electrical and mechanical performance compared to conventional resonators. This is of particular importance for modern technologies such as the Internet of Things (IoT), wearable devices, automotive electronics, as well as future space and quantum applications.

2. Degree of familiarity with the state of the art and creative Interpretation of the literary material.

The dissertation comprises 281 pages, structured into six chapters, and is illustrated with 206 figures and 22 tables. A total of 198 literature sources are cited, most of which are from recent years and published in international scientific journals. This provides sufficient grounds to conclude that the author demonstrates thorough knowledge of the current state of the art related to the problems addressed, enabling a clear formulation of the objectives and main tasks of the dissertation.

3. Correspondence between the selected research methodology and the objectives and tasks of the dissertation.

Assoc. Prof. Ventsislav Yanchev has formulated objectives and tasks that are appropriate and fully compliant with the requirements for a dissertation submitted for the award of the academic degree Doctor of Sciences. The chosen methodology includes a comparative analysis of existing solutions, the development of theoretical models and novel methods for efficient analysis based on the finite element method, the implementation of a new thin-film resonant technology, the design and realization of fundamentally new resonant structures based on Lamb acoustic waves, and a comprehensive analysis of the obtained results.

4. Scientific, scientific-applied, and applied contributions of the dissertation

The author has identified nine contributions, classified as scientific, applied scientific and practical. In principle, I accept these contributions, which may be summarised as follows:

Scientific contributions

✓ A new thin-film resonant technology based on S0 Lamb acoustic waves has been proposed and realized. Microacoustic resonators on AlN membranes have been designed, prototyped and experimentally characterized. S0 Lamb resonators with integrated frequency temperature compensation based on composite AlN/SiO₂ membranes have been developed.

✓ A comprehensive theoretical framework for the modelling and optimization of thin-film Lamb wave resonators has been proposed and investigated. It has been successfully integrated with the coupled-mode theory, enabling efficient design and optimization of microwave acoustic devices. The analytical procedures have been further enhanced through the application of finite element analysis.

✓ Fundamentally new resonant structures based on Lamb acoustic waves have been developed and experimentally realized. For the first time, resonators based on the interaction between S0 and A1 modes have been designed, prototyped and characterized, as well as a structure utilizing an S1 Lamb wave with zero group velocity, demonstrating novel resonant properties. A significant contribution is also the invention of a radio-frequency voltage transformer based on an S0 Lamb wave resonant structure, protected by an international patent application.

✓ For the first time, a low-noise frequency oscillator stabilized by an S0 Lamb resonator has been designed, prototyped and experimentally characterized. Highly sensitive S0 Lamb wave resonant sensors for pressure and mass measurement have been developed and investigated.

✓ An innovative topological solution has been achieved for an A1 Lamb wave thin-film resonator with extended bandwidth and increased power handling, as well as a new concept for an A1 Lamb wave resonant device on pedestals structured as Bragg reflectors.

Scientific-applied contributions

✓ The proposed theoretical modelling approach has been implemented in software for the design of thin-film Lamb wave resonators, which has been integrated with conventional radio-frequency analysis simulators.

✓ An innovative self-matched n79 filter with low insertion loss in the passband and steep filter characteristics has been designed in collaboration with a research team.

Applied contribution

✓ In collaboration with a research team, the developed MEMS technology has been suitably adapted to the required standards for successful prototyping of thin-film Lamb wave resonant structures. On this basis, a low-power communication system has been developed.

5. Assessment of the publications related to the dissertation

A total of 30 publications have been produced in relation to the dissertation, 29 of which are indexed in Scopus. The author's personal contribution is evidenced by the fact that one of the articles is single-authored and that Assoc. Prof. Ventsislav Yanchev is the first author in eight of the publications. The conducted analysis shows that the publications included in the dissertation have received more than 800 citations in Scopus-indexed articles. In addition, a list of eight US patents is provided, four of which are single-authored. The publications and citations exceed the minimum requirements for the award of the academic degree Doctor of Sciences. The main results of the dissertation have become known to both the international and Bulgarian scientific communities.

6. Comments, recommendations and remarks.

I have no remarks or recommendations regarding the presented dissertation.

Conclusion

I consider that the dissertation entitled "The Thin-Film Lamb Wave Resonator Technology" by Assoc. Prof. Eng. Phys. Ventsislav Mitkov Yanchev, Ph. D fully complies with the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and its Implementing Regulations. The conclusions and inferences drawn are logically and competently formulated.

The scientific, applied scientific and practical contributions achieved in the dissertation, as well as the demonstrated high scientific level and accumulated theoretical and practical expertise, provide sufficient grounds for me to propose to the esteemed members of the Scientific Jury to award Assoc. Prof. Ventsislav Mitkov Yanchev the academic degree Doctor of Sciences in professional field 5.1 Mechanical Engineering, scientific specialty Dynamics, strength and reliability of the machines, the devices, the appliances and the systems.

14.01.2026 г.

Jury Member:

(Prof. Marin Hristov)