

## РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Георги Иванов Иванов**

Тема на дисертационния труд: **Електрически и топлинни изолационни системи за свръхпроводими електрически апарати**

Рецензент: **проф. дтн инж. Иван Стоянов Ячев**

Заповед на Ректора на ТУ-София №: ОЖ-5.2-52 от 24.06.2024 г.

Област на висше образование: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика

Докторска програма: Електрически апарати

Рецензията е изготвена съгласно изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София. Дисертационният труд е в обем от 122 страници.

*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.*

Темата на дисертационния труд е актуална. Приложението на системи с използване на свръхпроводимост е все по-широко в последните години и е перспективна област в развитието на електротехническите устройства, имайки предвид все по-нарастващата необходимост от пренос на електрическа енергия с голяма мощност. Актуалността на темата се потвърждава и от иницирането на мащабен проект за електропреносна мрежа в Европа с използване на свръхпроводници.

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

Авторът е направил задълбочено литературно проучване и е представил списък на 136 литературни източници, от които 3 на кирилица и 133 на латиница, включително 8 интернет адреса. Представени са основните характеристики на свръхпроводниците, както и тяхното приложение в електроенергетиката и индустрията – при силови кабели, трансформатори, въртящи електрически машини, токоограничители, системи за съхранение на енергия, сензори, транспортни системи, медицинска апаратура. Сериозното и задълбочено изследване на горепосочените източници, включително нивото на

направените изводи от тяхното проучване, е свидетелство за компетентността на автора в изследваната област.

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

За постигането на поставената цел, а именно изследване на свръхпроводими електрически хибридни индуктивни системи от намотки с лентови свръхпроводници от второ поколение, дисертантът е поставил пет задачи.

За тяхното решаване са използвани съвременни числени методи за анализ на електромагнитни, топлинни, флуидни полета и вериги при различни режими, както и модерни компютърни автоматизирани системи за измерване и наблюдение на динамични процеси.

При проектирането и изработката на прототипи са използвани съвременни методи за 3D проектиране и методи за бързо прототипиране.

Може да се твърди, че така избраната методика за изследване в дисертационния труд дава възможност за адекватно решаване на задачите и съответно постигане на целта му.

*4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.*

Приносите в дисертационния труд се градят на основата на задълбочено литературно проучване, компютърни симулации и експерименти върху проектирани и изработени от дисертанта прототипи на системи с използване на свръхпроводници от второ поколение. Може да се счита, че материалът, върху който се градят приносите, е достоверен.

*5. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд.*

Основните научни и научно-приложни приноси в дисертационния труд могат да се обобщят по следния начин:

- Разработен е подход и са създадени компютърни модели за изследване на електромагнитно поле на реални архитектури на високотемпературни лентови свръхпроводници от второ поколение за конструиране на свръхпроводящи електрически апарати при криогенни азотни температури;
- Разработени са компютърни модели със съсредоточени и разпределени параметри, с чиято помощ са изследвани индуктивни

параметри на системи от намотки, изработени от високотемпературни лентови свръхпроводници от второ поколение за конструиране на свръхпроводящи електрически апарати при криогенни азотни температури;

- Разработен и приложен е подход за определяне на електрически и топлинни загуби при променлив ток на високотемпературни лентови свръхпроводници от второ поколение за конструиране на свръхпроводящи електрически апарати;
- Изследвана е приложимостта на типични електроизолационни материали за реализиране на свръхпроводящи електрически апарати при криогенни азотни температури;
- Проектирани, реализирани и лабораторно изпитвани са поредица от прототипи на индуктивни свръхпроводящи електрически апарати при криогенни азотни температури.

Приносите имат преобладаващ характер на доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми.

Значимостта на приносите е безспорна.

*6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите.*

Дисертантът работи вече няколко години в областта на дисертационния труд и степента на личното му участие в приносите несъмнено е висока.

*7. 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.*

Общият брой на публикациите по дисертационния труд е 9, от които 1 статия в списание с импакт фактор (IF 3.2, 2023, Q3) и 8 доклада на конференции в България, чиито трудове се индексират в световноизвестни бази данни с научна информация. Всички публикации са на английски език.

8 публикации са с трима автори (заедно с двамата научни ръководители), а една е с 4. В пет публикации дисертантът е на първо място, а в останалите 4 - на второ.

Публикациите са направени през периода 2019-2023 г.

Справка в системата SCOPUS показва, че са налице десет цитирания на публикациите по дисертацията.

8. *Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат пряк икономически ефект и пр. Документи, на които се основава твърдението.*

Характерът на резултатите и приносите в дисертационния труд предполага тяхното използване в научната практика. Фактът, че за сравнително краткия период на разработване на дисертационния труд са налице цитирания от чужди автори, свидетелства за актуалността на темата и използването на резултатите, получени от докторанта.

Не са представени документи за пряк икономически ефект. Широкото приложение на получените резултати в енергетиката и индустрията би изисквало значителни инвестиции, като в перспектива може да се очаква и значителен икономически ефект.

Направено е сравнение на показателите на кандидата с минималните изисквания на НАЦИД и ТУ-София за ОНС „Доктор“ с цел оценка на представения дисертационен труд.

Сравнение на показателите на кандидата с минималните изисквания по групи показатели за ОНС „Доктор“ за област 5. Технически науки

Група от показатели	Съдържание	Минимални изисквания за ОНС Доктор	Показатели на кандидата
А	Дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“	50	50
Б	Показател 2	-	-
В	Показатели 3 и 4	-	-
Г	Сума от показателите от 5 до 11	30	116.7
Д	Сума от показателите от 12 до 15	-	100

Както се вижда, по група показатели Г (по-конкретно показател Г7) има почти четирикратно превишаване, а са налице и 10 цитирания в SCOPUS (всички от чужди автори) на статии по дисертацията, които не се изискват за ОНС „доктор“.

Представянето на резултатите от дисертационния труд в списание с импакт фактор и индексирани международни конференции, както и цитиранията показват, че получените резултати са станали достояние на научната общност у нас и в чужбина.

*9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.*

Авторефератът отразява адекватно основните положения и приносите на дисертационния труд. Спазени са изискванията за изготвянето му в съответствие с образеца за изготвяне на авторефератите по дисертационните трудове, посочен в сайта на ТУ-София, страница "Развитие на АС - Работни документи".

*10. Мнения, препоръки и бележки.*

Преобладаващата част от моите бележки и препоръки, направени при предварителното обсъждане на дисертационния труд, са отчетени. Към представения дисертационен труд може да бъдат направени следните бележки и препоръки:

- Литературният обзор не е концентриран изцяло в първа глава, а са налице негови елементи в останалите глави;
- Извод 3 към глава 2 следва да се прецизира;
- Налице са някои неточности от стил и технически характер.

Следва да се отбележи, че направените забележки не намаляват значението на постигнатите в дисертационния труд резултати и приноси.

*11. Лични впечатления на рецензента.*

Познавам дисертанта от неговите студентски години в по време на обучението му в ОКС „Бакалавър“ и „Магистър“ по специалност „Електротехника“ на ТУ-София, от работата му като докторант, както и от негови изяви на международни конференции. Впечатленията ми от неговата изследователска дейност по време на докторантурата му са отлични. Считаю, че маг. инж. Георги Иванов е изграден и надежден млад специалист, способен самостоятелно да поставя и решава научни задачи на високо ниво.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Като се имат предвид получените в дисертационния труд резултати и приноси, както и количеството и качеството на публикациите към него, давам **положителна** оценка на дисертационния труд и убедено предлагам на маг. инж. **Георги Иванов Иванов** да бъде присъдена образователната и научна степен „**Доктор**“ в област на висшето образование 5. Технически науки, професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, докторска програма „Електрически апарати“.

**Дата: 12.09.2024 г.**

**Рецензент:**

**/проф. д-р И. Ячев/**

# REVIEW

on dissertation work for obtaining educational and scientific degree “Doctor”

Author of the dissertation: **M.Sc. Eng. Georgi Ivanov Ivanov**

Title of the dissertation: **Electrical and thermal insulation systems for superconducting electrical apparatus**

Reviewer: **Prof. DSc Eng. Ivan Stoyanov Yatchev**

Order of the Rector of TU-Sofia No.: OЖ -5.2-52 of 24 June 2024

Field of higher education: 5. Technical sciences

Professional field: 5.2. Electrical engineering, electronics and automation

Doctoral program: Electrical apparatus

The review was prepared according to the requirements of the Regulations for the conditions and procedures for acquiring scientific degrees at the Technical University - Sofia. The dissertation is 122 pages long.

*1. Actuality of the developed dissertation problem in scientific and scientific applied terms. Degree and levels of relevance of the problem and specific tasks developed in the dissertation.*

The topic of the dissertation is actual. The application of systems using superconductivity has been increasingly widespread in recent years and is a promising field in the development of electrical devices, bearing in mind the ever-increasing need for high-power electrical energy transmission. The actuality of the topic is also confirmed by the initiation of a large-scale project for an electrical transmission network in Europe using superconductors.

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

The author has made a comprehensive literature survey and presented a list of 136 literary sources, of which 3 in Cyrillic and 133 in Latin, including 8 Internet addresses. The main characteristics of superconductors are presented, as well as their application in electrical power engineering and industry - in power cables, transformers, rotating electrical machines, current limiters, energy storage systems, sensors, transport systems, medical equipment. The serious and in-depth study of

the above sources, including the level of conclusions drawn from their analysis, is a testimony to the author's competence in the field of the dissertation.

*3. Correspondence of the chosen research methodology with the goal and tasks of the dissertation work.*

To achieve the dissertation goal, namely the study of superconducting electric hybrid inductive systems of coils with flat superconductors of the second generation, the PhD student has posed five tasks.

For their solution, modern numerical methods for the analysis of electromagnetic, thermal, fluid fields and circuits in different regimes, as well as modern computer automated systems for measuring and monitoring dynamic processes, have been used.

Modern 3D design and rapid prototyping methods have been used in the design and manufacturing of prototypes.

It can be considered that the chosen methodology for study in the dissertation provides an opportunity to adequately solve the tasks and, accordingly, achieve its goal.

*4. Brief analytical description of the nature and assessment of the credibility of the material on which the contributions of the dissertation are based.*

The contributions in the dissertation work are built on the basis of an in-depth literature study, computer simulations and experiments on prototypes of systems using second-generation superconductors designed and built by the PhD student. The material on which the contributions are based can be considered authentic.

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

The main scientific and scientific-applied contributions in the dissertation work can be summarized as follows:

- An approach has been developed and computer models have been created for the electromagnetic field study of real architectures of second-generation high-temperature flat superconductors for the construction of superconducting electrical apparatus at cryogenic nitrogen temperatures;
- Computer models with concentrated and distributed parameters have been developed, with the help of which inductive parameters of coil systems made of high-temperature flat superconductors of the second generation for



the construction of superconducting electrical apparatus at cryogenic nitrogen temperatures have been studied;

- An approach has been developed and applied to determine electrical and heat losses during alternating current of high-temperature flat superconductors of the second generation for the construction of superconducting electrical apparatus;
- The applicability of typical electrical insulating materials for the realization of superconducting electrical apparatus at cryogenic nitrogen temperatures has been investigated;
- A series of prototypes of inductive superconducting electrical apparatus at cryogenic nitrogen temperatures have been designed, manufactured and laboratory tested.

The contributions have a predominant character of proving by new means substantial new sides in existing scientific problems.

The significance of the contributions is indisputable.

*6. Assessment of the degree of personal involvement of the applicant in the contributions.*

The candidate has been working for several years in the field of dissertation work and the degree of personal involvement in the contributions is undoubtedly high.

*7. Assessment of dissertation publications: number, nature of editions in which they are published. Reflection in science – use and citation by other authors, in other laboratories, countries, etc.*

The total number of dissertation publications is 9, of which 1 paper in a journal with impact factor (IF 3.2, 2023, Q3), and 8 reports at conferences, which are indexed in world-renowned scientific information databases. All publications are in English.

8 publications are with three authors (together with the two supervisors), and one is with 4 authors. In five publications, the PhD student is in first place, and in the remaining 4 - in second place.

The publications have been made during the period 2019-2023.

A search in the SCOPUS system shows that there are ten citations to the dissertation publications.

8. *Using the results of the dissertation work in scientific and social practice. Existence of achieved direct economic effect, etc. Documents on which the claim is based.*

The nature of the results and contributions in the dissertation implies their use in scientific practice. The fact that for the relatively short period of development of the dissertation there are citations from foreign authors testifies to the actuality of the topic and the usefulness of the results obtained by the doctoral student.

No documents on direct economic effect have been presented. The wide application of the obtained results in energy and industry would require significant investments, and in the future a significant economic effect can be expected.

A comparison of the candidate's indicators with the minimum requirements of NACID and TU-Sofia for educational and scientific degree "Doctor" has been made in order to evaluate the presented dissertation work.

Comparison of the candidate's indicators with the minimum requirements by groups of indicators for "Doctor" degree for field 5. Technical sciences

Group of indicators	Contents	Minimum requirements for "Doctor" degree	Indicators of the candidate
A	Dissertation work for acquiring educational and scientific degree "Doctor"	50	50
Б	Indicator 2	-	-
В	Indicators 3 and 4	-	-
Г	Sum of indicators from 5 to 11	30	116.7
Д	Sum of indicators from 12 to 15	-	100

As it can be seen, according to group of indicators Г (namely indicator Г7), there is almost a fourfold excess, and there are also 10 citations in SCOPUS (all by foreign authors) of papers on the dissertation, which are not required for the degree "Doctor".

The presentation of the results of the dissertation work in a journal with impact factor and at indexed international conferences, as well as the citations, show that the obtained results have become available to the scientific community at home and abroad.

*9. Assessment of the compliance of the summary with the requirements for its preparation, as well as the adequacy of reflecting the main points and contributions of the dissertation work.*

The summary adequately reflects the main points and contributions of the dissertation work. The requirements for its preparation have been met in accordance with the sample for preparing the summaries for dissertation works, indicated on the website of TU-Sofia, page "Development of AS - Working documents".

*10. Comments, recommendations and notes.*

The majority of my remarks and recommendations made in the preliminary discussion of the dissertation work have been taken into account. The following remarks and recommendations can be made to the presented dissertation work:

- The literature review is not concentrated entirely in the first chapter, but its elements are present in the other chapters;
- Conclusion 3 to chapter 2 should be clarified;
- There are some stylistic and technical inaccuracies.

It should be noted that the remarks made do not diminish the importance of the results and contributions achieved in the dissertation work.

*10. Personal impressions of the reviewer.*

I have known the candidate from his student years, during his studies at the "Bachelor's" and "Master's" in Electrical Engineering at TU-Sofia, from his work as a doctoral student, as well as from his participation at international conferences. My impressions of his research work during his PhD have been excellent. I believe that M.Sc. Eng. Georgi Ivanov is an established and reliable young specialist, capable of independently posing and solving scientific problems at a high level.

## **CONCLUSION**

Taking into account the results and contributions obtained in the dissertation work, as well as the quantity and quality of the publications to it, I give a **positive assessment** of the dissertation work and strongly suggest M.Sc. Eng. **Georgi Ivanov Ivanov** to be awarded the educational and scientific degree "**Doctor**" in the field of higher education 5. Technical sciences, professional field 5.2. Electrical Engineering, Electronics and Automation, Doctoral Program "Electrical Apparatus".

**Date: 12 Sep 2024**

**Reviewer:**

**/ Prof. DSc I. Yatchev /**