

СТАНОВИЩЕ

от доц. дфзн Андон Ангелов Рангелов,
Софийски университет „Св. Климент Охридски“
член на научното жури, назначено със Заповед № РД-09-32/31.03.2026 г.
на директора на ИФТТ – БАН

Относно дисертационен труд за присъждане на научната степен „доктор на науките“ на доц. д-р Боян Тонев Торосов в професионално направление 4.1. Физически науки, научна специалност „Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и плазмата и физика на вълновите процеси“, на тема „Квантов контрол с приложения в квантовите технологии“ („Quantum Control with Applications to Quantum Technologies“).

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем.

Тематиката на дисертацията е изключително актуална и е свързана с една от най-интензивно развиващите се области на съвременната физика – квантовия контрол и приложенията му в квантовите технологии и квантовата обработка на информация. Разработването на устойчиви методи за високоточен контрол на квантови състояния е от съществено значение за реализацията на надеждни квантови компютри и квантови устройства.

2. Познава ли кандидатът състоянието на проблема?

Кандидатът е утвърден специалист в областта на квантовия контрол и квантовата оптика. Това ясно личи както от дисертационния труд, така и от публикуваните резултати във водещи международни списания. Литературният обзор е много добре структуриран и показва задълбочено познаване на съвременното състояние на проблема.

3. Избраната методика може ли да даде отговор на поставените цели и задачи?

В дисертацията са използвани съвременни аналитични и числени методи за описание на динамиката на квантови системи. Използваните подходи са адекватни на поставените задачи и позволяват получаването на оригинални и надеждни резултати. Особено впечатление прави комбинацията между аналитични решения, числени симулации и приложения към реални квантови процесори.

4. Кратка аналитична характеристика на научните приноси в дисертацията.

Представеният дисертационен труд е написан на английски език и е в обем от 166 страници. Трудът е структуриран в седем глави и съдържа систематично изложение на изследванията на автора в областта на кохерентния квантов контрол, композитните импулси, адиабатини процеси и приложенията им в квантовите технологии и квантовите компютри.

Основните научни приноси на дисертационния труд могат да бъдат обобщени в следните направления:

- Разработване на нови методи за високоточен кохерентен квантов контрол чрез композитни импулси.
- Създаване на аналитични и числени методи за реализиране на устойчиви квантови преходи в системи с две, три и много нива.
- Въвеждане на нови схеми за композитен адиабатен преход и устойчиви квантови логически операции.

- Получаване на оригинални резултати в областта на неермитовите квантови системи и съкратена адиабатика (shortcuts to adiabaticity).
- Експериментална демонстрация на разработените методи върху IBM quantum processors.
- Приложения на разработените техники към квантови технологии, квантови алгоритми и квантова обработка на информация.

Резултатите са оригинални, актуални и публикувани в престижни международни списания.

5. До каква степен дисертационният труд и приносите са лично дело на кандидата?

От представените материали ясно се вижда водещата роля на кандидата при получаването на научните резултати. В значителна част от публикациите доц. д-р Боян Торосов е първи автор, а в повечето случаи е и кореспондиращ автор, което е убедително доказателство за неговия съществен личен принос. Поради това нямам съмнения относно личното участие и водещата роля на кандидата в представените изследвания.

6. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Дисертацията е базирана на 15 публикации в международни реферирани списания, между които Physical Review Letters, Physical Review Applied, Physical Review Research, Physical Review A и Journal of Physics B. Общият импакт фактор на публикациите е 52, а независимите цитирания са 477. Представените публикации напълно удовлетворяват и значително надхвърлят минималните национални изисквания и изискванията на ИФТТ – БАН за придобиване на научната степен „доктор на науките“.

7. Критични бележки.

Нямам съществени критични бележки към представения труд.

8. Авторефератът правилно ли отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд?

Авторефератът е изготвен коректно и отразява точно основните резултати и научните приноси на дисертационния труд.

9. Други въпроси.

- Какви са ограниченията на разработените композитни импулсни схеми при наличие на реалистични шумови модели в съвременните свръхпроводящи квантови процесори, например $1/f$ шум и временни флуктуации на честотата?
- До каква степен предложените методи за устойчив квантов контрол могат да бъдат мащабирани към много-кубитови системи и какви са основните предизвикателства при подобно мащабиране?
- В дисертацията са разгледани неермични shortcuts to adiabaticity. Съществуват ли според автора експериментално реалистични реализации на тези подходи в платформи извън оптичните системи?
- Възможно ли е разработените техники за композитен контрол да намерят приложение в квантовата корекция на грешки?

10. Заключение

Дисертационният труд и публикациите отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за приложение на ЗРАСРБ и Правилника за приложение на закона и допълнителните правила и изисквания на ИФТТ-БАН. Авторефератът и дисертацията представят ясно и прегледно резултатите и приносите на кандидата.

Убедено давам своята положителна оценка за дисертационния труд и препоръчвам на уважаемото Научно жури да присъди на доц. д-р Боян Тонев Торосов научната степен „доктор на науките“ професионално направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност „Лазерна физика, физика на атомите, молекулите и плазмата и физика на вълновите процеси“.

София, 23 Май 2026 г.

Изготвил становището:

/доц. дфзн Андон Ангелов Рангелов/

REPORT

by Assoc. Prof. Andon Angelov Rangelov, DSc, PhD,
Sofia University "St. Kliment Ohridski"

Member of the Scientific Jury appointed by Order No. RD-09-32/31.03.2026
of the Director of ISSP-BAS

Regarding a dissertation thesis submitted for the acquisition of the scientific degree "Doctor of Sciences" Author of the dissertation thesis: Assoc. Prof. Boyan Tonev Torosov, PhD. Title of the dissertation thesis: "Quantum Control with Applications to Quantum Technologies"

1. Relevance of the problem investigated in the dissertation thesis.

The topic of the dissertation is highly relevant and is related to one of the most rapidly developing areas of modern physics – quantum control and its applications in quantum technologies and quantum information processing.

2. Is the candidate acquainted with the state of the art in the field?

The candidate is an established specialist in the field of quantum control and quantum optics.

3. Does the methodology used provide an answer to the goals and objectives of the dissertation thesis?

The dissertation employs modern analytical and numerical methods for describing the dynamics of quantum systems.

4. Brief analytical characterization of the scientific contributions of the dissertation thesis.

The main scientific contributions can be summarized as follows:

- Development of new methods for high-fidelity coherent quantum control using composite pulses.
- Creation of analytical and numerical methods for robust quantum transitions in two-, three-, and multi-level systems.
- Introduction of new schemes for composite adiabatic passage and robust quantum logical operations.
- Original results in non-Hermitian quantum systems and shortcuts to adiabaticity.
- Experimental demonstration on IBM quantum processors.

5. To what extent are the dissertation thesis and contributions a personal work of the candidate?

The materials clearly demonstrate the leading role of the candidate in obtaining the scientific

results.

6. Evaluation of the publications related to the dissertation thesis.

The dissertation is based on 15 publications in international peer-reviewed journals. The total impact factor is 52 and the number of independent citations is 477.

7. Critical remarks.

I have no substantial critical remarks regarding the presented work.

8. Does the abstract correctly reflect the main statements and scientific contributions of the dissertation thesis?

The abstract accurately reflects the scientific contributions of the dissertation.

9. Other questions.

- What are the limitations of the developed composite pulse schemes in the presence of realistic noise models?
- To what extent can the proposed methods be scaled to multi-qubit systems?
- Are there experimentally realistic implementations of shortcuts to adiabaticity outside optical systems?
- Can the developed techniques find applications in quantum error correction?

10. Conclusion.

The dissertation thesis and related documents submitted by Assoc. Prof. Boyan Tonev Torosov, PhD, meet all the requirements of the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria Act, the Regulations for its implementation, as well as the additional BAS and ISSP-BAS rules and requirements. The abstract and the dissertation clearly and concisely present the results and scientific contributions of the candidate.

Based on the above considerations, I give my positive evaluation and support the award of the scientific degree “Doctor of Sciences” to Assoc. Prof. Boyan Tonev Torosov, PhD, in the professional field 4.1. “Physical Sciences”, specialty “Laser Physics, Physics of Atoms, Molecules and Plasma, and Physics of Wave Processes”.

Sofia, May 23, 2026

/Assoc. Prof. Andon Angelov Rangelov, DSc/