

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії, Ковтонюк Вадим Сергійович, 1998 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2022 році Київський національний університет імені Тараса Шевченка за спеціальністю “Фізика та астрономія”, навчається в аспірантурі Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, місто Київ, виконав акредитовану освітньо-наукову програму "Теоретична фізика".

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом директора Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України від «25» травня 2026 року №09/01-02, у складі:

Голова разової спеціалізованої вченої ради -

Золотарюк Ярослава Олександровича, доктор фіз.-мат. наук, завідувача відділу синергетики, Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України.

Рецензенти -

Шарапов Сергій Геннадійович, доктор фіз.-мат. наук, завідувач лабораторії сильноскорельованих низьковимірних систем, Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України.

Іоргов Микола Зиновійович, доктор фіз.-мат. наук, завідувач лабораторії теорії інтегровних систем, Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України.

Офіційні опоненти -

Ян Шперлінг, доктор природничих наук хабілітований, професор, Університет Падерборна, Німеччина.

Яромір Фюрашек, доктор філософії, професор, завідувач кафедри оптики, Оломоуцький університет Палацького, Чеська Республіка.

на засіданні «13» липня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10-природничі науки Ковтонюку Вадиму Сергійовичу на підставі публічного захисту дисертації «Некласичність статистик вимірювання квантового електромагнітного випромінювання» за спеціальністю 104-Фізика та астрономія.

Дисертацію виконано в Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України. Науковий керівник Семенов Андрій Олександрович, доктор наук з галузі “Природничі науки”, старший науковий співробітник, член-кор. НАН України, провідний науковий співробітник відділу синергетики та керівник групи квантової оптики та квантової інформації Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Повністю відповідає вимогам "Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 (зі змінами). Порушень академічної доброчесності в дисертації та в наукових працях, у яких було представлено результати дисертації, не виявлено.

Здобувач має 5 наукових публікацій за темою дисертації, з них 5 опубліковані в журналі Q1:

1. V. S. Kovtoniuk, E. V. Stolyarov, O. V. Kliushnichenko, and A. A. Semenov, “Tight inequalities for nonclassicality of measurement statistics,” Phys. Rev. A 109, 053710 (2024).
2. E. V. Stolyarov, O. V. Kliushnichenko, V. S. Kovtoniuk, and A. A. Semenov, “Photon-number resolution with microwave Josephson photomultipliers,” Phys. Rev. A 108, 063710 (2023).

3. V. S. Kovtoniuk, A. B. Klimov, and A. A. Semenov, "Latent optical nonclassicality of conditionally prepared states," *Phys. Rev. A* 111, 053701 (2025).
4. V. S. Kovtoniuk, I. S. Yermenko, S. Ryl, W. Vogel, and A. A. Semenov, "Nonclassical correlations of radiation in relation to Bell nonlocality," *Phys. Rev. A* 105, 063722 (2022).
5. V. S. Kovtoniuk, M. Bohmann, and A. A. Semenov, "Nonclassical photocounting statistics with a single on-off detector", *Phys. Rev. A* 113, 063726 (2026).

Стаття [5] на момент представлення дисертації була доступна як препринт arXiv:2601.13869 [quant-ph], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2601.13869>, та надрукована— в журналі 16 червня 2026р.

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти, інші присутні) та висловили зауваження:

Офіційний опонент Я. Шперлінг (Jan Sperling):

Зауважень, що потребують внесення змін, не висловлено; рекомендовано прийняти дисертацію без змін. Для обговорення під час захисту запропоновано запитання:

- 1) Чи можна пов'язати побудову на основі систем Чебишова з відомими критеріями неklasичності, що використовують нулі Q -функції Хусімі?
- 2) У підрозділі 3.3 розглядається замикання комплексної множини додаванням нескінченно віддаленої точки, що може потребувати корекції топології (наприклад, компактифікації площини до сфери Рімана); які властивості відображення $\alpha \rightarrow \Pi(\alpha)$ у нескінченно віддаленій точці забезпечують його регулярність?
- 3) Як поняття прихованої неklasичності узагальнюється на багатомодові системи та чи можливо в межах цього підходу описати часові неklasичні кореляції (зокрема з урахуванням впорядкування за часом, немарковських та інших ефектів)?

Офіційний опонент Я. Фюрашек (Jaromír Fiurášek):

- 1) На с. 13 стверджується, що Q -функція сама по собі не може виявити неklasичність; однак Q містить повну інформацію про стан, тож неklasичність можна аналізувати й за нею (наприклад, рівність $Q(\alpha)=0$ для скінченного α означає від'ємність функції Вігнера).
- 2) Прохання навести докладніше модель джозефсонівського фотопомножувача, що дає величину $W(m_j, n_j | m_j - 1)$ у рівн. (3.52).
- 3) У рівн. (3.66) введено порушення з урахуванням шуму; чи не доцільніше розглядати відношення показчика до стандартної похибки, а не їхню різницю?
- 4) У підписі до рис. 3.5 згадано нерівності (3.17) і (3.19), виведені для випадку $N=3$, проте на рисунку наведено також результати для $N=5$ — прохання пояснити.
- 5) У підрозділі 4.2.2 розгляд обмежено випадком, коли межова крива ∂C є опуклою; який вигляд мали б точні нерівності (критерії неklasичності) для неопуклої кривої ∂C ?
- 6) Більшість виведених критеріїв має бути застосовною й до багатомодових станів; чи потребує незбалансоване гомодинне детектування строго одномодового стану і як обмежена видність інтерференції на світлоподільнику впливає на цю схему?

Додаткові дрібні зауваження: працю [48] (А. Lvovsky) процитовано як метод перевірки неklasичності, тоді як вона стосується відновлення стану методом максимальної правдоподібності за гомодинними даними; доцільно було б навести праці D. Mogilevtsev, *Opt. Commun.* 156, 307 (1998) та A. R. Rossi, S. Olivares, M. G. A. Paris, *Phys. Rev. A* 70, 055801 (2004) щодо вимірювань одиничним on-off детектором зі змінною ефективністю; у рівн. (2.27) у лівій частині фігурують часи $t, t_1, \dots, t_N$, тоді як у правій присутні лише t і t_1 ; слід перевірити праву частину рівн. (4.19) — чи справді в показнику експоненти стоїть знак

«мінус» перед d^2 .

Рецензент С. Г. Шарапов:

- 1) Розділ з оглядом (Background) написано переважно для фахівців у вузькій галузі, а не для широкого кола теоретиків; доцільно зробити вступ доступнішим для широкого читача та обговорити поняття неklasичності в ширшому контексті, зокрема його зв'язок із поняттям неklasичності у квантовій оптиці.
- 2) Було б корисно навести перелік уживаних у дисертації позначень; зокрема, не зазначено, що стала Планка покладено рівною одиниці.

Рецензент М. З. Іоргов:

- 1) Виклад дисертації є недостатньо педагогічним для фахівців поза межами квантової оптики.
- 2) Деякі позначення не введено: зокрема, у п. 2.4.4 не означено векторнозначну функцію $\varphi(t)$ (хоча правильне означення легко відновити з контексту).

Разова спеціалізована вчена рада, до складу якої входять науковці України, Чеської Республіки та Німеччини, відзначає винятково високий науковий рівень дисертації. На думку членів ради професора Яна Шперглінга та Сергія Шарапова рівень дисертації за міжнародною академічною практикою є зіставним з оцінкою *summa cum laude*, що застосовується при оцінюванні докторських дисертацій у низці країн Європейського Союзу. Він рекомендує зробити про це відповідний запис у додатку до диплома доктора філософії.

Результати відкритого голосування:

«За» _____ 5 _____ членів ради,

«Проти» _____ 0 _____ членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Ковтонюку Вадиму Сергійовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 104-Фізика та астрономія.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради


(підпис)

Ярослав ЗОЛОТАРЮК

(власне ім'я та прізвище)

Засвідчую:

Вчений секретар

Інституту теоретичної фізики

ім. М.М. Боголюбова

Національної академії наук України

кандидат фізико-математичних наук


(підпис)

Іван СТАРОДУБ

(власне ім'я та прізвище)

Decision
of the one-time specialized academic council
on the award of the degree of Doctor of Philosophy

Candidate for the degree of Doctor of Philosophy, Vadym Serhiiiovych Kovtoniuk, born in 1998, a citizen of Ukraine, higher education: in 2022 graduated from Taras Shevchenko National University of Kyiv with a specialization in “Physics and Astronomy”; is a postgraduate (PhD) student at the Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine, city of Kyiv; completed the accredited educational and scientific program “Theoretical Physics”.

The one-time specialized academic council, established by Order of the Director of the Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine No. 09/01-02 on May 25 2026, composed of:

Chair of the one-time specialized academic council –

Yaroslav Oleksandrovykh Zolotaryuk, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Synergetics, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine

Reviewers –

Serhii Hennadiiovych Sharapov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Laboratory of Strongly Correlated Low-Dimensional Systems, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine

Mykola Zynoviiiovych Iorgov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Laboratory of the Theory of Integrable Systems, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine

Official opponents –

Jan Sperling, Habilitated Doctor of Natural Sciences, Professor, Paderborn University, Germany

Jaromír Fiurášek, Doctor of Philosophy, Professor, Head of the Department of Optics, Palacký University Olomouc, Czech Republic

at its meeting on «13» July 2026 decided to award the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 10 – Natural Sciences to Vadym Serhiiiovych Kovtoniuk on the basis of the public defense of the dissertation «Nonclassicality of Measurement Statistics of Quantum Electromagnetic Radiation», specialization 104 – Physics and Astronomy.

The dissertation was carried out at the Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine. Scientific supervisor: Andrii Oleksandrovykh Semenov, Habilitated Doctor of Natural Sciences, Senior Researcher, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Leading Researcher of the Department of Synergetics and Leader of the Quantum Optics and Quantum Information Group, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine.

The dissertation is submitted in the form of a specially prepared manuscript. It fully complies with the requirements of the “Procedure for the Award of the Degree of Doctor of Philosophy and the Cancellation of the Decision of a One-Time Specialized Academic Council of a Higher Education Institution or Scientific Institution on the Award of the Degree of Doctor of Philosophy”, approved by Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 44 of January 12, 2022 (with amendments). No violations of academic integrity were found in the dissertation or in the scientific works presenting its results.

The applicant has 5 scientific publications on the topic of the dissertation, all 5 published in a Q1 journal:

1. V. S. Kovtoniuk, E. V. Stolyarov, O. V. Kliushnichenko, and A. A. Semenov, “Tight inequalities for nonclassicality of measurement statistics,” *Phys. Rev. A* 109, 053710 (2024).
2. E. V. Stolyarov, O. V. Kliushnichenko, V. S. Kovtoniuk, and A. A. Semenov, “Photon-number resolution with microwave Josephson photomultipliers,” *Phys. Rev. A* 108, 063710 (2023).
3. V. S. Kovtoniuk, A. B. Klimov, and A. A. Semenov, “Latent optical nonclassicality of conditionally prepared states,” *Phys. Rev. A* 111, 053701 (2025).
4. V. S. Kovtoniuk, I. S. Yeremenko, S. Ryl, W. Vogel, and A. A. Semenov, “Nonclassical correlations of radiation in relation to Bell nonlocality,” *Phys. Rev. A* 105, 063722 (2022).
5. V. S. Kovtoniuk, M. Bohmann, and A. A. Semenov, “Nonclassical photocounting statistics with a single on-off detector,” *Phys. Rev. A* 113, 063726 (2026).

At the time of submission of the dissertation, paper [5] was available as the preprint arXiv:2601.13869 [quant-ph], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2601.13869>, and was published in the journal on June 16, 2026.

The following took part in the discussion (the chair, the reviewers, the official opponents, and others present) and made the following remarks:

Official opponent Jan Sperling:

No changes are requested; the thesis is recommended to be accepted as is. The following questions were suggested to be considered during the defense:

- 1) Can a Chebyshev-system-based construction be related to known nonclassicality criteria that exploit the roots/zeros of the Husimi Q function?
- 2) In Sec. 3.3, the closure of the complex set with the point at infinity is considered. This might require an adjustment of the underlying topology; for example, the compactification of the complex plane to the Riemann sphere. What are the assumed properties of the map $\alpha \mapsto \Pi(\alpha)$ with respect to the point at infinity to ensure regularity?
- 3) How does the notion of latent nonclassicality extend to multimode systems? (A simple concrete example would be helpful.) Is it possible to capture temporal nonclassical correlations (optionally including time-ordering, non-Markovian, and other effects) through this approach?

Official opponent Jaromír Fiurášek:

- 1) On page 13 it is claimed that the Q function cannot reveal nonclassicality on its own. However, the Q function encodes full information on the quantum state, so nonclassicality can be analyzed based on the knowledge of Q . For instance, if $Q(\alpha)=0$ for some finite α , then it implies negativity of the Wigner function, since the Q function is a convolution of the Wigner function with a Gaussian.
- 2) Can you provide more details on the model of the Josephson photomultiplier that yields the quantity $W(m_j, n_j|m_j-1)$ utilized in Eq. (3.52)?

- 3) The noise-penalized violation is introduced in Eq. (3.66). Would it not be better to consider there a ratio of the witness and the standard error instead of their difference?
- 4) The caption of Figure 3.5 refers to inequalities (3.17) and (3.19) that were derived for the case $N=3$. However, results for $N=5$ are also plotted in Figure 3.5. Please explain.
- 5) In Chapter 4.2.2 the author restricts attention to the regime in which the boundary curve ∂C is convex. How would the tight inequalities (tight nonclassicality criteria) look for a non-convex curve ∂C ? What would change?
- 6) Most of the derived nonclassicality criteria should be applicable also to multimode states, provided that detectors sensitive to the total photon number of the state are employed, because multimode coherent states exhibit Poisson statistics of the total photon number. What about unbalanced homodyne detection? Does it require a strictly single-mode nature of the probed state? How would a limited interference visibility at the beam splitter BS influence the unbalanced homodyne detection scheme?

Additional minor remarks: Ref. [48] is cited as a method for testing nonclassicality; in this classic paper A. Lvovsky showed how to perform Maximum Likelihood estimation of a quantum state of light from measured homodyne data, which is not a specific method for testing nonclassicality (although once the density matrix is reconstructed in the Fock basis, its nonclassicality can be directly investigated). Measurements with a single on/off detector with tunable detection efficiency were considered in two papers that could have been cited: D. Mogilevtsev, "Diagonal element inference by direct detection", Opt. Commun. 156, 307 (1998); A. R. Rossi, S. Olivares, and M. G. A. Paris, "Photon statistics without counting photons", Phys. Rev. A 70, 055801 (2004). Times $t, t_1, \dots, t_N$ appear on the left-hand side of Eq. (2.27), however only t and t_1 are present on the right-hand side. The expression on the right-hand side of Eq. (4.19) should be checked — is there really a minus sign in front of d^2 in the exponent?

Reviewer Serhii Sharapov:

- 1) The section "Background" is written primarily for specialists in a narrow field rather than for a broader audience of theorists. The notion of "optical nonclassicality" turns out to differ significantly from the way the term "nonclassicality" is used in other areas of theoretical physics. It would therefore be worthwhile to make the introduction more accessible to a broader readership and to discuss the concept of nonclassicality in a wider context, including its connection to the notion of nonclassicality in quantum optics.
- 2) A list of the notations used in the thesis would be useful. In particular, Planck's constant is set to one, which is not mentioned.

Reviewer Mykola Iorgov:

- 1) The thesis is written not in a pedagogical way for specialists outside quantum optics.
- 2) Some notations are not introduced. For example, in Sect. 2.4.4 the notation $\varphi(t)$ as a vector-valued function is not defined; however, in this case it is easy to guess a correct definition.

The one-time specialized academic council, composed of scientists from Ukraine, the Czech Republic, and Germany, recognizes the thesis as being of an exceptionally high academic standard. Council Members Professor Jan Sperling and Serhii Sharapov consider that, in accordance with international academic practice, the thesis is comparable to the distinction *summa cum laude* used in the assessment of doctoral theses in several European Union countries, and recommends that an

appropriate statement to this effect be included in the Diploma Supplement accompanying the Doctor of Philosophy diploma.

Results of the open vote:

«For» 5 council members,

«Against» 0 council members.

On the basis of the results of the open vote, the one-time specialized academic council awards Vadym Serhiiiovych Kovtoniuk the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 10 Natural Sciences, specialization 104 – Physics and Astronomy.

A video recording of the broadcast of the dissertation defense is attached.

Head of the one-time specialized academic council



(signature)

Yaroslav ZOLOTARYUK

(name and surname)

Cerfited:
Scientific secretary of the
Bogolyubov Institute for Theoretical Physics
of the National Academy of Sciences of
Ukraine
candidate of sciences (physics and
mathematics)



(signature)

Ivan STARODUB

(name and surname)