

## СТАНОВИЩЕ

по процедура за защита на дисертационен труд на тема:  
„*Symplectic Topology, Non-commutative Geometry, and Mirror Symmetry*“  
за придобиване на научна степен „доктор на науките“  
от проф. д-р Людмил Василев Кацарков

Област на висше образование: **4. Природни науки, математика и информатика**  
Професионално направление: **4.5. Математика**  
Научна специалност: „**Геометрия и топология**“  
Секция „**Анализ, геометрия и топология**“  
**Институт по математика и информатика към БАН**

Становището е изготвено от: **акад. проф. д-р Веселин Стоянов Дренски**, асоцииран член на ИМИ към БАН, член на научното жури съгласно Заповед № 569 / 22.12.2023 г. на Директора на ИМИ - БАН.

### 1. Обща характеристика на дисертационния труд и представените материали

Представеният дисертационен труд е на английски език. Той съдържа 318 страници основен текст, завършващ със справка за приносите, 2 страници съдържание, 2 страници увод, 16 страници библиография, включваща 256 заглавия, индекси с имена и понятия, които се срещат в основния текст. Дисертацията е разделена на две части, които се състоят съответно от 3 и 2 глави.

### 2. Данни и лични впечатления за кандидата

Проф. д-р Людмил Кацарков е получил солидно образование в световно утвърдени университети под научното ръководство на изтъкнати математици - лидери в областта на алгебричната геометрия: завършил е висше образование в Катедрата по висша алгебра на Московския държавен университет под ръководството на Василий Алексеевич Исковских и е защитил докторска дисертация в Университета в Пенсилвания под ръководството на Рон Донаги. След това последователно е асистент, доцент и професор в Университета в Маями, а след това професор в Университета Ървайн в Калифорния, Университета във Виена, Научно-изследователския университет „Висша школа по икономика“ в Москва и Института по математика и информатика към БАН. В автобиографията, представена към документацията по конкурса, има подробен списък на получените награди и отличия, четените лекции, ръководените 10 докторанти и поне 25 постдокторанти, организираните семинари и конференции, участие в редколегии и др. Представен е и списък на 80 статии, индексирани в базата от данни на Scopus. В английския вариант на автореферата е представен дълъг списък от доклади на авторитетни семинари и конференции, където са представени резултатите от дисертацията. Познавам проф. Кацарков от много години и имам много високо мнение за неговите научни и организаторски качества. Той с много големи заслуги за организирането и финансирането на Международния център за математически науки към ИМИ – БАН, а още с втъпването му като главен редактор на

Математическо списание Сердика направи няколко важни стъпки за издигане на ролята на списанието.

Имам някои критични бележки към оформянето на автобиографията.

- Би било добре да се напишат по-подробно имената на университетите, където е бил на работа дисертантът. Повечето колеги, които не познават проф. Кацарков, ще се затруднят с разшифроването на U of M (Университета в Маями), UW (Университета на Виена) и HSE (Научно-изследователския университет „Висша школа по икономика“ в Москва).
- За българските колеги не говорят нищо съкращенията „2С, 2А, 3А, 6С“ на четените курсове.
- Част от данните са остарели. Например, изброени са трима защитили докторанти към 2004 г. (Ниршл, Цай и Бучакчиев, при това с остарели данни за тяхната месторабота), но не са указани други трима, защитили след 2007 г. (Кларк, Лю и Хайден).

### **3. Съдържателен анализ на научните и научноприложните постижения на кандидата, съдържащи се в представения дисертационен труд и публикациите към него, включени по процедурата**

*Тематика на дисертацията.* Изследванията, представени в дисертацията са на границата на две области от теоретичната физика (конформалната теория на полето и теорията на огледалната симетрия) и на алгебричната геометрия, диференциалната геометрия и алгебричната топология. Съгласно MSC 2020 статиите, върху които се базира дисертацията, се реферират в няколко области на алгебричната геометрия (14 Algebraic geometry: сред които некомутативна алгебрична геометрия, многообразия на Калаби-Яу и на Фано, проблеми, свързани с рационалността и огледалната симетрия), на диференциалната геометрия (53 Differential geometry: например хомологична огледална симетрия и симплектични многообразия) и на алгебричната топология (57 Manifolds and cell complexes). Както се отбелязва в дисертацията и в началото на автореферата, мотивацията на изследванията е използване на идеи и методи от теоретичната физика за решаване на важни класически проблеми на алгебричната геометрия. Отправната точка на изследванията е, че бирационалната геометрия е „огледало“ на теорията на особеностите.

*Актуалност на разработваните проблеми.* Считаю, че в дисертацията се изучават и решават важни и актуални задачи. При това се използват известни и се развиват нови разнообразни техники, като се преодоляват сериозни принципни и технически трудности.

*Научни приноси.* В първата част на дисертацията се развиват категорните основи на хомологичната огледална симетрия. Изследва се ефектът, който бирационалните трансформации оказват върху възникването на особености в „огледалната“ страна. При това се започва от рационалните повърхнини и се стига до общия случай. Един от основните резултати е доказването на хипотезата за хомологичната огледална симетрия за повърхнини на Дел Пецо. Освен това са получени резултати, свързани с изучаването на SYZ-„огледалото“ на важни за алгебричната геометрия обекти (SYZ=Strominger-Yau-Zaslow).

Втората част на дисертацията е посветена на некомутативната теория на Ходж и свързаната с нея огледална симетрия. Въвеждат се и се изучават квантовите и некомутативните спектри. След това се доказва нерационалност за редица важни многообразия.

*Приложение на получените резултати.* Получените резултати вече се използват от други изследователи. Като доказателство ще посоча големия брой цитирания, включително в статии, където резултатите от дисертацията се използват съществено. Уверен съм, че те ще продължат да се използват и в бъдещи изследвания както от математици, така и от теоретични физици.

Като допълнителна заслуга на дисертанта ще отбележа, че на много места в текста, както и в края на дисертацията, се формулират нерешени проблеми, някои от които са сериозно предизвикателство към математиците и физиците, работещи в областта.

За мене е очевидно, че дисертантът познава много добре резултатите в областта на своите изследвания. В списъка на литературата има публикации от 1970 г. досега, включително непубликувани резултати, препринти и приети за печат статии. Имам някои критични бележки относно списъка на литературата.

- Изглежда, че дисертантът е копираше буквално част от литературата от свои статии, но не се е постарал да осъвремени данните. Забелязах 28 статии, за които е отбелязано, че са в процес на подготовка, препринти или приети за печат, а те вече са излезли (една от тях - [127], още през 2001 г.). Това са статии с номера 1 (2014), 2 (2021), 15 (2015), 42 (2008), 72 (2017), 127 (2001), 129 (2008), 130 (2009), 131 (2009), 150 (2019), 154 (2008), 159 (2009), 161 (2008), 162 (2007), 169 (2018), 176 (2018), 182 (2022), 187 (2009), 188 (2011), 19 (2009), 197 (2006), 206 (2008), 212 (2019), 231 (2008), 237 (2007), 241 (2014), 243 (2006) и 251 (2016) (в скобки е указано кога са публикувани съгласно Zentralblatt für Mathematik).
- В две от статиите на френски са пропуснати ударенията, типични за френския език.

В резултат на буквалното копиране има и други места в дисертацията, които звучат странно. Например, неколккратно се среща изразът „the second author“ в текст, където не се говори за конкретна статия.

В заключение ще отбележа, че според мене с минимални усилия от страна на дисертанта дисертацията може да послужи за основа на монография, която несъмнено би била много полезна както за специалистите в областта, така и за популяризирането на тематиката.

#### **4. Аprobация на резултатите**

Съгласно представената информация в автореферата, дисертацията се базира на 10 статии, публикувани през 2004 – 2023 г., но в самата дисертация се цитират само 5 от тези статии. Другите 5 статии също имат пряко или косвено отношение към дисертацията. Например, резултатите от една от нецитираните статии (№ 9 от списъка в автореферата) са в основата на трета глава на първата част на дисертацията. Всички статии са публикувани в авторитетни издания: две в

Inventiones Mathematicae и по една в Topology, Geometry & Topology, Proceedings of Symposia in Pure Mathematics на AMS, Annals of Mathematics, Central European Journal of Mathematics, Journal of the American Mathematical Society, Publications Mathématiques de l'Institut des Hautes Études Scientifiques и Springer Proceedings in Mathematics and Statistics. От публикациите 7 са в квантил Q1, 1 е в квантил Q4 и 1 се следи в Web of Science, а 1 е с SJR на Scopus. Впечатляващи са обемът на публикациите (общо 578 страници) и приложеният списък от 475 цитирания на тези 10 статии. Всички статии са съвместни – 1 с четирима съавтори на дисертанта, 3 - с трима съавтори и 6 - с двама съавтори: 6 са с Ору (Бъркли), 4 са с Орлов (от „Стеклоквата“), по 2 са с Доналдсън (Империйл Колидж Лондон), Йотов (Международен университет във Флорида) и Абузаид (Университет Колумбия в САЩ), по 1 са с Концевич (Институт за висши научни изследвания в предградията на Париж Бюр-сюр-Ивет), Пантев (Университет в Пенсилвания), Капустин (Калифорнийски технологичен институт), Балард (Университет в Медисън-Уисконсин, Фаверо (Университет във Виена), Ефимов (от „Стеклоквата“), Ли и Свобода (Университет в Маями) и Петков (ФМИ на СУ). (Университетите и научните институти на съавторите на дисертанта са към момента на публикуването на статиите.) Списъкът на съавторите е още едно косвено доказателство за качеството на публикациите на дисертанта. Сред съавторите има двама Филдцови медалисти (Доналдсън и Концевич) и двама докладчици по покана на Международните конгреси на математиците (Ору и Орлов). За съжаление, в документацията няма декларации от съавторите за съвместните статии, поради което приемам, че участието на съавторите е равноправно. Единственната информация в това отношение е отговор на дисертанта на мой въпрос по време на предзащитата: „Идеята за използване на хомологичната огледална симетрия за решаване на въпроса за нерационалност на общата четиримерна кубика е моя. Максим Концевич допринесе за дефиниране на разбиването.“ Наличието на съвместни статии говори за умение за работа в екип, а това е качество, което лично аз ценя високо. Освен това, съвместната работа повишава коефициента на полезно действие, защото в изследванията се използват методи от различни области на математиката. От друга страна, бих препоръчал на дисертанта да публикува и статии без съавтори. (Съгласно Zentralblatt für Mathematik последната самостоятелна статия на проф. Кацарков е от 2010 г.)

а) научните трудове отговарят на минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответно на допълнителните изисквания на ИМИ – БАН за придобиване на научната степен „доктор на науките“ в научната област и професионално направление на процедурата. При минимални изисквания от 100 точки за групи от показатели Г и Д дисертантът е представил данни за 406 и 2850 точки;

б) представените от кандидата резултати в дисертационния труд и научни трудове към него не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност ;

в) няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представения дисертационен труд и в научните трудове по тази процедура.

## 5. Качества на автореферата

Авторефератът и справката за приносите са написани стенографски лаконично, но въпреки това дават ясна и адекватна представа за съдържанието и основните резултати на дисертацията. За разлика от всички останали реферати, които съм виждал, в представения реферат единствената цитирана литература е в списъка от статии на дисертанта, на които се базира дисертацията. Лично аз не одобрявам изписването на имената на хората на латиница в българския вариант на автореферата и писането с начална главна буква на всички думи в заглавията, например „Геометрия и Топология“ (както на английски), на думата „Дисертация“, на „Теория на струните“ и други подобни. Въпреки това считам, че авторефератът и справката за приносите отговарят на всички изисквания за изготвянето им.

## 6. Критични бележки и препоръки

Нямам особени критични бележки, освен тези, отбелязани в предишните точки от становището ми. Искам специално да отбележа, че отбелязаните от мене неща са лесно поправими и не развалят общото ми отлично впечатление от резултатите и тяхното представяне в дисертацията.

## 7. Заключение

След като се запознах с представените в процедурата дисертационен труд и придружаващите го научни трудове и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научноприложни приноси, **потвърждавам**, че представеният дисертационен труд и научните публикации към него, както и качеството и оригиналността на представените в тях резултати и постижения, отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му и съответните Правилници на БАН и ИМИ - БАН за придобиване от кандидата на научната степен „доктор на науките“ в научната област 4. Природни науки, математика и информатика и професионално направление 4.5. Математика. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и на допълнителните изисквания на ИМИ – БАН и не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Въз основа на гореизложеното, **убедено препоръчвам** на научното жури да присъди на проф. д-р Людмил Василев Кацарков научната степен „доктор на науките“ в научна област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика (научна специалност: „Геометрия и топология“).

26 януари 2024 г.

Изготвил становището:

(акад. проф. д-рн Веселин Дренски)