

РЕЦЕНЗИЯ

от чл. кор. дмн Стефан Петров Иванов –

професор в СУ „Св. Климент Охридски”, ФМИ и ИМИ-БАН

на дисертационен труд за присъждане на научна степен 'доктор на науките'

в област на висше образование 4. *Природни науки, математика и информатика*

професионално направление 4.5. *Математика (Геометрия и топология)*

Автор: професор д-р Людмил Василев Кацарков – ИМИ-БАН

Тема: „Симплектична топология, некомутативна геометрия и огледална симетрия“

Със заповед № 569/22.12.2023г. на Директора на ИМИ-БАН съм определен за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема „Симплектична топология, некомутативна геометрия и огледална симетрия ” за придобиване на научната степен ‘доктор на науките’ на ИМИ-БАН в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика (Геометрия и топология) .

Автор на дисертационния труд е професор д-р Людмил Василев Кацарков от ИМИ-БАН.

1. **Общо описание на представените материали**

Представеният от проф. Кацарков комплект материали е в съответствие с Правилника за развитие на академичния състав на ИМИ-БАН, включва следните документи:

- молба до Директора на ИМИ-БАН за разкриване на процедурата за защита на дисертационен труд;
- автобиография в европейски формат;
- копие от призната диплома за образователната и научна степен „доктор”, Удостоверение №000077/16.10.2019;
- протокол от заседание на звеното с предварителното обсъждане на дисертационния труд;
- дисертационен труд;
- автореферат;
- списък на научните публикации по темата на дисертацията;

- копия на научните публикации на електронен носител;
- справка за спазване на специфичните изисквания на ИМИ-БАН;
- справка за участия в научноизследователски и образователни проекти;
- справка за участия с доклади на научни форуми;
- списък на представените научни публикации;
- списък на цитиранията на научните публикации по дисертацията;
- Информационна карта на НАЦИД.

Дисертантът е приложил по темата на дисертацията 10 броя публикации от всичките му 80 публикации, като 10-те статии по темата не са използвани от дисертанта в други конкурси. Пет от тези статии са в съавторство с двама съавтора и пет са в съавторство с трима съавтори като 3 от представените статии са в съавторство с Филцови лауреати, две със С. Доналдсон и една с М. Концевич. Представен е списък с 475 цитирания на статиите по темата на дисертацията.

Бележки и коментар по документите нямам.

2. Кратки биографични данни

Проф. д-р Людмил Кацарков е роден през 1961 г. в България. Получава магистърска степен по математика на Московския Държавен Университет под ръководството на световно известният математик В. Исковских където получава наградата за най-добра студентска работа на Московския Държавен Университет за 1986 и 1987г. През периода 1990-1995г. е докторант на Университета на Пенсилвания, САЩ. Докторска дисертация на тема „Факторационни теореми“ защитава в Университета на Пенсилвания, САЩ под ръководството на световно известният математик Р. Донаги. Става асистент на Калифорнийския Университет Irvine през 1996г., и през 1999г. заема позицията на „доцент“ (Assoc. Professor) в същия университет. През 2002 става професор на Калифорнийския Университет Irvine, 2007 – професор на Университета във Виена, Австрия, 2017-професор на National Research University Higher School of Economics, Москва, Русия.

През 2004 проф. Кацарков заема длъжността професор на Университета в Маями, САЩ и през 2018г заема длъжността професор в ИМИ-БАН, където работи и досега на тези две места.

Бил е гостуващ професор в едни от най-престижните центрове в света като IHES в Париж, Франция, Макс Планк Института по математика в Бон, Германия, Кралският Колеж в Лондон, Англия и др. Има списък с награди и грантове, 29 на брой, като ще отбележа действащите в момента 3 гранта, Руският Мегагрант 2017-, Simons Investigators Award 2017-, Договорът „Вихрен“ с българския Фонд за Научни Изследвания, 2019-.

Професор Кацарков има много богата педагогическа дейност като е ръководил над 10 докторанта и над 25 пост-докторанта на различни места по света.

3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Проф. Кацарков работи в областта на алгебричните, диференциалните и симплектичните геометрии и топологии и връзките им със струнните теории.

Основният обект на дисертацията е развитието на Хомологичната Огледална Симетрия. Хомологичната Огледална Симетрия е ново направление в съвременната математика. Основна част от тази дисертация е да се даде добре дефинирана математическа теория на Хомологичната Огледална Симетрия в случая на многообразието на Фано. Основната цел на дисертацията е да се развие Хомологичната Огледална Симетрия в полза на класическата бирационална геометрия, за да се покаже, че общите четиримерни кубични и други многообразия на Фано не са рационални. Основната идея е да се използват идеите за огледална симетрия от теоретичната физика. Трябва да се отбележи, че много известни математици и теоретични физици работят в тази насока, включително двама носители на Филдсовия медал - Е. Витен и М. Концевич.

С това считам, че тематиката на дисертационният труд е достатъчно актуална в световен мащаб.

4. Характеристика, оценка и приноси на дисертационния труд

Представеният за рецензиране дисертационен труд съдържа въведение, изложение в две части от по 3 и 2 раздела съответно и списък на цитираните източници. Общият обем на текста е 343 страници на английски език, а списъкът

на цитираната литература съдържа общо 256 заглавия. Дисертационният труд е базиран на 10 статии публикувани в най-престижните международни научни списания по математика в света, като ще отбележа **Annals of Mathematics, Inventiones, Publications Mathematiques de l'Institut des Hautes Etudes Scientifiques, Journal AMS** и др. със сумарен Импакт Фактор 15.152. Представени са 475 цитирания на резултатите от дисертацията.

Във въведението се описват проблемите и целите, които се разглеждат в дисертацията. Основната идея в дисертацията е да се използват идеите на теоретичната физика за решаване на класически проблеми в алгебричната геометрия - проблеми на нерационалността. Хомологичната Огледална Симетрия в нейната геометрична интерпретация е в основата на разглежданията в дисертацията.

Представената дисертация се състои от две основни части:

1) Огледална симетрия - в интерпретацията на Хори Вафа и нейното категорно надграждане, направено от Концевич - Хомологична Огледална Симетрия.

2) Конформна теория на полето.

Основното заключение от първата част е, че бирационалната transportation съответства на създаването на нови сингулярни слоеве на LG моделите (огледалното на Фано пространство). С други думи бирационалната геометрия се трансформира в теория на сингулярностите.

Дисертацията започва с подробно конструиране на Хомологичната Огледална Симетрия за двумерни Фано в Раздел 2 и Раздел 3.

След това в раздел 3 и раздел 4 се разглежда обща бирационална трансформация.

Един от основните приноси в дисертацията е въвеждането на нови структура на Ходж, некомутативните структури на Ходж, които най-добре съответстват на целите на дисертацията. В своите разглеждания авторът използва идеи от конформна теория на полето - квантова теория на полето, която е инвариантна при конформни трансформации. Развитieto на конформната теория на полето започва със статията от 1983 г. на Белавин, Поляков и Замолодчиков.

В двумерната квантова теория имаме алгебрата на Вит на безкрайно малките конформни трансформации, която е централно разширена, с централен заряд и други ренормализационни заряди - спектри на измеренията. Александър Замолодчиков е доказал теоремата на Замолодчиков С-теоремата и ни казва, че потокът на ренормализационната група в две измерения е необратим.

Изчисляването на зарядите в конформните теории на полето по принцип е трудна задача. В случая на масивни теории може да се използва геометрия за изчисляването им. Теорията на спектрите на сингулярностите е разработена паралелно с теорията на централните заряди и е направена в един и същи град - в Москва от Арнолд и Варченко. Спектърът на сингулярностите съответства на зарядите на конформните теории на полето, а теоремата на Замолодчиков С-теоремата, е теорема за полунепрекъснатост в теорията на спектрите на сингулярностите. Пълното съответствие между зарядите на конформните теории на полето, спектрите на сингулярностите и асимптотиката на решенията на ОДУ е посочено от Вафа и Чекоти през деветдесетте години на миналия век.

Едно от тях е съответствието на R-зарядите в конформната теория на полето и асимптотиката на квантовото диференциално уравнение. Както следва от процедурата на раздуване описани в раздели 2,3,4, тези асимптотики се оказват бирационални инварианти, което е установено в основният резултат на дисертацията, the MAIN THEOREM.

В резултат на тези разглеждания, дисертацията съчетава паралелно конформната теория на полето с теорията на сингулярността и сингулярността на LG моделите, което води до нови бирационални геометрични инварианти:

- Некомутативна теория на Ходж;
- Спектри на сингулярността.

Тези нови бирационални геометрични инварианти, получени в дисертацията, потвърждават нерационалността на известни примери и водят до решаването на дългогодишния проблем в алгебричната геометрия - нерационалността на общата четиримерна кубика, установена в Теорема~2.14. Трябва да се отбележи, че много водещи алгебрични геометри в света са се опитвали да решат този проблем, например Бовил, Воазин, Колар, Кузнецов, Томас. Би могло да се очаква, че разработеният в дисертацията метод би могъл да доведе до установяване на нерационалност на много други многомерни многообразия на Фано.

В заключение, считам, че това е една забележителна дисертация, която предлага нов авангарден подход към бирационалната геометрия. Приложенията могат да бъдат изключително съществени и в областта на комплексните числа над алгебрично незатворени полета.

5. Критични забележки и препоръки –нямам.

6. Автореферат и авторска справка.

Авторефератът (на български и английски) в обем на на 14 страници на български и 13 страници на английски е направен съгласно изискванията и отразява правилно основните резултати и приносите на дисертационния труд.

7. Лични впечатления. Познавам много добре човека и учения Людмил Кацарков, имам отлични впечатления за него като личност, преподавател и учен и ценя много високо неговите морални и професионални качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният дисертационен труд, авторефератът, свързаните с тях научни трудове и документи показват, че професор Людмил Кацарков е утвърден специалист в областта на математиката и математическата физика, алгебричната, диференциалната и симплектичната геометрии и топологии и връзките им със струнните теории със съществени приноси в тези области.

Дисертационният труд съдържа научни, научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката и отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ИМИ-БАН. Представените материали и дисертационни резултати напълно съответстват на специфичните изисквания на ИМИ-БАН, приети във връзка с Правилника на ИМИ-БАН за приложение на ЗРАСРБ.

Представените от кандидата материали не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и заемане на академична длъжност.

В дисертационния труд и свързаните с него публикации няма установено плагиатство.

Дисертационният труд показва, че дисертантът Людмил Василев Кацарков притежава задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна

специалност 4.5. Математика (Геометрия и топология) като демонстрира качества и умения за провеждане на изследвания с получаване на оригинални и световно значими научни приноси.

Поради гореизложеното, убедено давам своята положителна оценка за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и предлагам на почитаемото научно жури да присъди научната степен ‘доктор на науките’ на Людмил Василев Кацарков в област на висше образование: *4. Природни науки, математика и информатика*, професионално направление *4.5. Математика (Геометрия и топология)* .

18.01.2024 г.

.....

Рецензент:

Чл. кор. дмн Стефан Иванов