

СТАНОВИЩЕ

от чл.-кор. Валентина Петкова,

Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН,

за дисертационния труд на

проф. д-р Людмил Василев Кацарков

на тема

Симплектична топология, некомутативна геометрия и огледална симетрия

за придобиване на научната степен „доктор на науките“

в област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално

направление 4.5. Математика, специалност: "Геометрия и топология"

Представеният дисертационен труд съдържа **343** страници и се състои от две части, съответно с 3 и 2 глави. Завършва с изложение на основните приноси. Списъкът на литературата съдържа **256** заглавия. Авторефератът предоставя кратко концептуално изложение на мотивацията, изследваните методи и резултатите, представени в дисертацията, както и техните потенциални приложения.

Изложението се основава на **10** работи, публикувани в периода 2004 - 2022 в 7 списания, **6** от които с квартал **Q1**: *Topology, Geometry & Topology, Inventiones Mathematicae* (2 статии), *Annals of Mathematics*, *Journal of the American Mathematical Society*, *Publications Mathematiques de l'Institut des Hautes Etudes Scientifiques*; 1 - с квартал **Q4**: *Central European Journal of Mathematics*, и в две издания на материали на конференции, едното от които е със SJR индекс. Една от последните две, работа 4. в списъка, е най-цитираната от 10-те, макар че по въприетите правила на МОН е получила най-малко точки. Публикациите, включени в дисертацията имат общо забелязани **475** цитата към ноември 2023, съгласно базите данни Scopus и Web of Science. Това е впечатляващо за дисертация в областта на математиката! Минималните изисквания в точки за научната степен "доктор на науките" в тази дисертация са изпълнени с огромен запас.

Дисертацията отговаря напълно на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН. Представените от кандидата научни трудове не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и заемане на академична длъжност. Няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените научни трудове.

Дисертацията решава класически проблеми в алгебричната геометрия, развивайки идеи на теоретичната физика. Те се отнасят до основни структури, използвани в теорията на струните. Струнната теория се очаква да даде единна теория на елементарните частици и техните взаимодействия. Съществуват непротиворечиви суперсиметрични струнни теории в пространство с 10 измерения, 6 от които са компактифицирани, за да се възпроизведе 4-мерното пространство-време. По-специално, показва се, че компактификацията върху 6-мерни многообразия на Calabi-

Yau води до реалистични физически модели, като някои топологични инварианти на тези многообразия описват фамилии от частици в ефективната теория на полето, възникваща в ниско енергетичната граница на затворената струна. По-нататъшните развития включват D - брани - подмногообразия, описващи граничните условия за отворени струни.

Огледалната симетрия е пример за различните дуалности, демонстриращи еквивалентността на две различни теоретични описания на физически системи. За първи път е забелязана в изследването на някои 2-мерни $N=2$ суперконформни теории на полето, примери на рационални конформни полеве теории на полето, описвани с краен набор от първични полета. Такива теории и техните масивни деформации са свързани чрез връзката им с модели на Ландау - Гинзбург (ЛГ) с ADE класификацията на изолирани прости сингулярности на Арнолд. Тази класификация съответства на ADE класификацията на модулари инварианти; последните кодират спектъра на полетата в минимални (супер) конформни теории с даден централен товар. Топологично усукани (2,2) суперсиметрични теории бяха предложени за реализиране на два вида струни (модели A и B), зададени от "огледални" Calabi-Yau многообразия със свързани числа на Hodge.

Трябва да се отбележи, че феноменологичните предсказания на настоящата (супер)струнна теория все още е далеч от експериментално потвърждение. В същото време тази теория мотивира и доведе до много богати и дълбоки развития в чистата математика. Те не само математически прецизират оригиналните физически конструкции, но и отварят нови перспективи. Работата на Людмил Кацарков по проблеми на алгебричната геометрия допринася за тези развития.

Целта на дисертацията е развитие на подхода на Хомологичната огледална симетрия (ХОС), предложен от Концевич, за целите на бирационалната геометрия. ХОС преформулира огледалната симетрия като еквивалентност между определени производни категории, определени от всяко от двете многообразия. В първите раздели на дисертацията това предположение на Концевич се проверява за различни примери и се използва за доказване на нерационалността на разглежданите многообразия. След това се разглежда общата бирационална трансформация. Основният извод от първата част е, че бирационалните трансформации съответстват на създаването на нови сингулярни слоеве на обобщени ЛГ модели. С други думи, бирационалната геометрия се трансформира в теория на сингулярностите. Във втората част се въвежда и развива нова структура на Hodge, която най-добре подхожда на тази постановка, а именно Некомутативната структура на Hodge с приложения към спектрите на сингулярностите.

Това е отлична дисертация, която предлага нов авангарден подход към Бирационалната геометрия. Проф.Д-р Людмил Кацарков е международно признат математик с впечатляващи лични приноси по темата на дисертацията. Неговата работа определено допринася за плодотворната взаимовръзка между физиката и математиката. Убедено препоръчвам на Научното жури да присъди на Людмил Василев Кацарков научната степен „доктор на науките“.

чл.-кор. Валентина Петкова

21.01.2024