



СТАНОВИЩЕ

на чл.-кор. Петър Йорданов Велинов (ИКИТ - БАН),

член на научно жури със заповед на Директора на ИКИТ - БАН
№ 80/14.07.2021г.

на дисертационния труд на тема:

“Квантово-коригирани черни дупки и кюбити”

за присъждане на образователна и научна степен "ДОКТОР"

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

Професионално направление 4.1. Физически науки,
научна специалност „Астрофизика и звездна астрономия“

на **Александър Йосков Йосифов**

задочен докторант в Институт за Космически Изследвания и Технологии, БАН

Научен ръководител: доц. д-р Лъчезар Филипов

Дисертабилност на разглеждания труд

Разработваният в тази дисертация проблем е изключително важен и актуален за теоретичната физика. Той води началото си от 70-те години на 20-ти век с откритието на радиация на Хокинг. В последните няколко години проблемът за информационния парадокс набра голям интерес поради интегрирането на квантова теория на информацията. В това отношение разглеждания дисертационен труд представлява качествен скок, модерно ниво на изследване с помощта на съвременни математически апарати.

Това ми дава основание да твърдя, че изследваният проблем е интересен, съществен и дисертабилен и е напълно достоен за една дисертация.

Биографични данни за докторанта

От октомври 2017 до февруари 2019 Александър Йосков Йосифов е завършил задочно магистърска програма на Шуменски Университет „Епископ Константин Преславски“ и през февруари 2019 г. защитава дипломна работа на тема „Теория на полукласически черни дупи – развитие и отворени проблеми“. От юни 2019 до е задочен докторант в Института за Космически Изследвания и Технологии, БАН.

Общо описание на дисертационния труд

В настоящата дисертация разглеждаме важността на парадокса на Алмери-Маролф-Полчински-Съли (АМПС) за "огнените стени" за адресиране на информационния парадокс при черни дупки, както и неговите следствия относно съчетаване на квантовата механика и общата теория за относителността. Докторантът представя силни аргументи за това, че връзката между квантова механика и обща теория на относителността при черни дупки ще доведе до макроскопични квантово-гравитационни корекции по хоризонта. Също така докторантът изследва връзката между гравитация и квантова теория за информацията. Той използва математически модели от теоретичната компютърна наука и извежда нов параметър за измерване на квантовия хаос.

Трудът е с обем от 129 страници и се състои от 7 глави, в това число 6 фигури. Броят на цитираните трудове е 165.

В първа глава е формулирана задачата на дисертационния труд, описана е неговата структура и са изказани благодарности.

Във втора глава е представен обзор на решенията на обща теория на относителността относно черните дупки. Разгледани са решенията на Кер и Шварцшилд в няколко координатни системи.

В трета глава са изследвани термодинамичните свойства на черните дупки. В главата също така се разглеждат, както механиката на черни дупки, така и законите на класическата термодинамика.

В четвърта глава е изследвана пертурбационна теория на черни дупки и по-специално геометричните смущения около хоризонта.

В пета глава са разгледани потенциално наблюдаемите ефекти от предложените в дисертацията квантови корекции на геометрията на черна дупка.

В шеста глава детайлно се изследва връзката между квантова гравитация при черни дупки и квантова теория на комплексността. Извежда се нов начин за измерване на квантовия хаос във вътрешността на черни дупки.

Основни приноси на дисертационния труд

В настоящия дисертационен труд докторантът представя пълно и детайлно изследване на важността и ролята на парадокса на така наречените "огнени стени" на Алмери-Маролф-Полчински-Съли за адресиране на информационния парадокс при черни дупки, който е пряко следствие от съчетаването на Квантова механика и Обща теория на относителността на Хилберт-Айнщайн на фона на черна дупка на Шварцшилд. По този начин докторантът пертурбира познати гравитационни решения на черни дупки, за да

изследва слабо познати, но изключително важни квантово-гравитационни ефекти, които се очаква да се проявят при подобни сценарии.

Предложените макроскопични квантово-гравитационни ефекти са допълнително изследвани и от гледна точка на връзката им с квантова теория за информацията. Използвайки този модерен математически апарат, приобщен от областта на теоретичната компютърна наука, докторантът изследва не само свойства на радиация на Хокинг, но и затвърждава дълбоката връзка между хаотичната динамика във вътрешността на черна дупка и квантовата изчислителна комплексност.

С изследванията си на фундаменталната връзка между квантова гравитация при черни дупки и квантова теория за информацията, докторантът прави следните приноси към областта:

1. Извежда слабо-познати и потенциално наблюдаеми макроскопични квантово-гравитационни ефекти, породени от отклонения от Обща теория на относителността в региона близо до хоризонта на черна дупка. Въпросните отклонения могат да се изразят както във времеви девиации на снопове от фотони, преминаващи близо до черна дупка, така и в микроскопични флуктуации във формата хоризонта.
2. Чрез прилагане на математически решения, първоначално изведени в областта на космологията, на фона на черна дупка на Шварцшилд, докторантът установява нова връзка между добре познатия ефект на Казимир и предложените геометрични флуктуации на хоризонта. Това позволява по-детайлното параметризиране на очакваните отклонения от Обща теория на относителността в региона близо до хоризонта.
3. Извежда нов начин за измерване на квантовия хаос в големи произволни квантови системи, които служат като квантов аналог на квантови черни дупки. Новият параметър измерва квантовия хаос чрез изучаване на развитието на изчислителната комплексност на квантовата система, което позволява изследването на свойства на излъчената радиация на Хокинг от гледна точка на квантова теория за информацията.
4. Чрез изследване на формирането и последващото изпарение на черна дупка на Шварцшилд, докторантът изведе нов модел за запазване на унитарността на процеса. Моделът е базиран на некаузално изпарение на частици на Хокинг, носещи информация, чрез изследване на това как реагира фоновата геометрия в областта около хоризонта при наличие на изведените макроскопични квантово-гравитационни ефекти, резултат от локално-нехомогенния квантов вакуум.

Забележки и препоръки към докторанта

Препоръчвам като бъдещи изследователски проекти да се изследват квантово-гравитационните ефекти върху други геометрични решения на черни дупки.

Публикации по дисертационния труд

Дисертационният труд, базиран на 5 публикации в международни реферирани списания с импакт фактор, сред които *Advances in High Energy Physics*, *Universe* и *Electronic Journal of Theoretical Physics*. Прави добро впечатление, че във всичките работи докторантът е първи автор.

Автореферат

Авторефератът е в обем 55 страници и отразява реалистично основните моменти от дисертацията.

Заклучение

Считам че дисертационният труд на **Александър Йосков Йосифов** на тема: **“Квантово-коригирани черни дупки и кубити”** съдържа важни научни резултати, които представляват оригинален принос в областта на теоретичната физика. Рецензираната работа показва, че кандидатът притежава задълбочени познания в областта на теорията на гравитацията и квантовата механика. Дисертационният труд отговаря напълно на всички изисквания на ЗРАСРБ и Правилника за неговото приложение. Това ми дава основание да дам изцяло положителна оценка на представения ми за рецензия дисертационен труд и да препоръчам на уважаваното Научно жури да присъди на **Александър Йосков Йосифов** образователната и научна степен „доктор” в областта на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, Професионално направление 4.1 Физически науки, научна специалност „Астрофизика и звездна астрономия“.

София

10.09.2021г.

Рецензент:


чл.-кор. Петър Йорданов Велинов

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

