

ЗАТВЕРДЖУЮ  
В.о. Генерального директора  
ННЦ ХФТІ НАН України,  
академік НАН України  
Микола АЗАРЄНКОВ



**Висновок про наукову новизну, теоретичне та  
практичне значення результатів дисертації  
Уварова Дмитра Вячеславовича  
«Суперсиметричні моделі спінових частинок  
і струн у викривлених та твісторних просторах»  
на здобуття наукового ступеня  
доктора фізико-математичних наук  
за спеціальністю 01.04.02 – «теоретична фізика»**

До Інституту теоретичної фізики імені О.І. Ахієзера ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України надійшла для попередньої експертизи докторська дисертація старшого наукового співробітника ІТФ ННЦ ХФТІ, кандидата фізико-математичних наук Уварова Д.В. Під час її проведення 8 лютого 2024 р. було організовано фаховий семінар Уварова Д.В., на якому його дисертаційна робота отримала схвальний відгук.

Актуальність теми дисертації обумовлена тим, що останнім часом в експериментах з фізики елементарних частинок, гравітації та космології було здобуто низку нових важливих результатів, пояснення яких вимагає виходу за рамки відомих теорій – Стандартної моделі електрослабкої і сильної взаємодій та Стандартної космологічної моделі. Це загостило проблему створення єдиної теорії фундаментальних взаємодій, що вимагає побудови квантової теорії гравітації. На даний час теорія суперструн є найбільш розробленою теорією, в рамках якої існує можливість послідовного роз'язання даної проблеми.

Важливим етапом на шляху об'єднання електрослабкої та сильної взаємодій з гравітацією може стати залучення голографічного принципу до теорії струн. Найбільшого прогресу у його застосуванні в теорії струн вдалося досягти при розробці квантової теорії гравітації у суперпросторах анти-де Сіттера, межовими просторами яких є суперпростори Мінковського. В цих межових просторах симетрія суперпросторів анти-де Сіттера реалізується як суперконформна симетрія, яка об'єднує конформну симетрію з суперсиметрією. Конформна симетрія є ключовою

симетрією у твісторній програмі Пенроуза, спрямованій на побудову квантової теорії гравітації. Тому підхід до побудови теорії квантової гравітації, який ґрунтується на об'єднанні теорій твісторів і суперструн, видається вельми цікавим і перспективним. Подальшому розвитку такого об'єданого підходу на основі суперконформної симетрії присвячено дисертацію Уварова Д.В., в якій здобуто низку нових вагомих результатів.

Дисертантом було запропоновано нову модель спінової струни з нульовим натягом інваріантну відносно лінійно реалізованої групи симетрії простору анти-де Сіттера та нові формулювання моделей спінової частинки і суперструн. Проведено аналіз їх класичних і квантових симетрій. Також у дисертації здобуті нові цікаві результати при дослідженні відомих суперсиметричних моделей релятивістських частинок і струн. Вперше проведено канонічне квантування моделі безмасової суперчастинки в  $AdS_5 \times S^5$  суперпросторі у супертвісторному формулюванні. Доведено класичну інтегровність нелінійних рівнянь безмасової суперчастинки і  $D0$ -брани в  $AdS_4 \times CP^3$  суперпросторі. У моделі суперструни у цьому суперпросторі знайдено представлення її нелінійних рівнянь у частковому калібруванні  $k$ -симетрії у формі умови нульової кривизни для зв'язності Лакса.

Результати дисертації є новими і розвивають суперсиметричну теорію релятивістських частинок і струн, значний внесок до якої було зроблено співробітниками ХФТІ – академіком НАН України Д.В. Волковим та його учнями. Результати, здобуті дисертантом, представляють інтерес для вирішення цілої низки проблем, пов'язаних із побудовою квантової теорії гравітації у суперпросторах анти-де Сіттера та твісторних просторах. Зокрема, для доведення класичної інтегровності рівнянь суперструни в  $AdS_4 \times CP^3$  суперпросторі, квантування суперсиметричних моделей струн у викривлених та твісторних просторах, опису у твісторних просторах теорій супергравітації та масивних полів з вищими спінами зі спектру збуджень суперструн.

Необхідно відзначити, що всі наукові результати докторської дисертації Дмитра Вячеславовича представлені у 21 роботі з основного списку, які він підготував самостійно у період після захисту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук. Інформація про результати, які увійшли до кандидатської дисертації, наводиться лише у вступному розділі. Переважна більшість робіт з основного списку опублікована здобувачем у міжнародних фахових журналах з високим імпаکت-фактором, які віднесено до першого та другого квінтилів, що свідчить про високий рівень цих робіт. Додатковий список із 11 робіт включає тези та матеріали доповідей Уварова Д.В. на наукових заходах в Україні та за кордоном, що підтверджує належну апробацію результатів дисертації.

При підготовці докторської дисертації Уваров Д.В. дотримувався принципів академічної доброчесності. Це підтверджується, зокрема, тим, що використання у публікаціях здобувача та у дисертаційній роботі результатів інших авторів супроводжується необхідними посиланнями на їх роботи.

Проведена в ІТФ ННЦ ХФТІ попередня експертиза дає право стверджувати, що докторська дисертація Уварова Д.В. представляє цілісну завершену наукову працю, яка відповідає паспорту наукової спеціальності 01.04.02 – «теоретична

фізика» та виконана здобувачем самостійно. У дисертації розв'язано всі поставлені завдання і досягнуто сформульованої мети дослідження. Здобуті результати є новими і можуть застосовуватись для вирішення актуальних проблем теорії гравітації та квантової теорії поля. Вони узгоджуються з основними принципами класичної і квантової теорії поля та переходять у відповідних граничних випадках у раніше відомі результати, що підтверджує їх достовірність. Результати дисертації повністю висвітлені у публікаціях із основного списку і пройшли апробацію. Висновки є обґрунтованими та впливають із здобутих автором результатів.

Таким чином, дисертація Уварова Дмитра Вячеславовича «Суперсиметричні моделі спінових частинок і струн у викривлених та твісторних просторах» повністю відповідає всім вимогам, які пред'являються до докторських дисертацій «Порядком присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук» затвердженим постановою Кабінету Міністрів України №1197 від 17.11.2021 р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ №502 від 19.05.2023 р.), і може бути рекомендована до захисту.

Рецензенти:

доктор фіз.-мат. наук, с.н.с.,  
головний науковий співробітник  
Інституту теоретичної фізики ім. О.І. Ахієзера  
ННЦ ХФТІ НАН України

Юрій БОЛОТІН



доктор фіз.-мат. наук, с.н.с.,  
член-кор. НАН України,  
завідувач відділу  
Інституту теоретичної фізики ім. О.І. Ахієзера  
ННЦ ХФТІ НАН України

Олександр КОРЧИН



доктор фіз.-мат. наук, с.н.с.,  
провідний науковий співробітник  
Інституту теоретичної фізики ім. О.І. Ахієзера  
ННЦ ХФТІ НАН України

Микола МЕРЕНКОВ

