

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на
образователната и научна степен
Доктор
по специалност 4.1 Физически науки
на тема: "Точни решения в холографски модели"
Автор: Иво Николаев Илиев

Изготвил рецензията:

Владимир Кръстев Добрев, д.ф.н., професор, ИЯИЯЕ при БАН

1. Дисертантът завършва Физическия факултет на СУ специалност физика, през 2016 като Бакалвър, през 2017 получава диплома за Магистър. През 2018 е приет за докторант във ФзФ на СУ с научен ръководител проф. дфн Радослав Рашков.

2. *Общо описание на публикациите в/у които се базира дисертацията* – 3 публикации, от които 2 статии в списания с импакт-фактор (една в много престижното списание JHEP) Публикациите са в съавторство с научния ръководител, в 2 има повече съавтори. Приемам, че докторантът има водещ принос в поне една от двете публикации с импакт фактор. Има 2 доклада на конференции в Крайова (Румъния) и Ниш (Сърбия). Има и една публикация от конференция, която тематично не е свързана с дисертацията, но е нужна за изпълнение на формалните изисквания свързани с това, че степента е най-напред образователна.

Заключение:

Кандидатът изпълнява изискванията на ФзФ на СУ за степента „Доктор“, а именно: да има поне три публикации, от които най-малко две статии в реномирани издания, в поне една от които кандидатът трябва да има водещ принос.

3. Дисертацията е на български език в обем 153 страници, включва: 7 уводни глави, глава 8-ма съдържа оригиналните резултати, глава 9 е заключителна с обобщение на основните приноси и насоки за бъдещи изследвания, 2 приложения, списък на цитираната литература от 81 заглавия.

Авторефератът е в обем 41 страници и адекватно отразява дисертацията.

4. Научно направление на дисертацията и на резултатите в нея:

В последните 30 години имаше повишен интерес към (супер-)конформните теории в произволни размерности на пространство-времето. Това се случи след забележителното предложение на Малдасена, съгласно което границата $N \rightarrow \infty$ на една конформно-инвариантна теория в размерност d се управлява от супергравитация (и струнна теория) в $(d+1)$ -мерно пространство на анти де Ситер (обозначавано често $AdS_{(d+1)}$) в пряко произведение с едно компактно многообразие на вътрешна симетрия. Разбира се връзката m/y тези пространства е изучавана от други гледни точки и преди Малдасена. По-късно в работи на Губсер-Клебанов-Поляков и Витен бе предложена точна формулировка на съответствието m/y наблюдаемите в конформната теория на полето и тези в супергравитацията, а именно корелационните функции в конформната теория на полето се задават от зависимостта на действието на супергравитацията в асимптотическа безкрайност. По-явно казано, едно конформно поле ω съответства на AdS поле ϕ , когато има конформно-инвариантно куплиране $\int \phi_0 \omega$, където ϕ_0 е стойността на ϕ на границата на $AdS_{(d+1)}$. Нещо повече размерността Δ на оператора ω се дава от масата на чстицата описвана от ϕ в супергравитацията. Също така спектърът на Калуца-Клайн възбужденията на $AdS_5 \times S^5$ се намират в точно съответствие с оператори от 4-мерна $N=4$ супер Янг-Милс теория. След тези начални статии имаше експлозия от резултати главно в две направления: 1) изчисляване на конформни корелатори изхождайки от AdS ; 2) намиране на съответствие m/y гравитационни и струнни спектри с тези от конформните теорории.

Тези развития намериха отражение и в изучаването и приложението на нерелативистките симетрии. Ролята на последните в теоретичната физика винаги е била важна. Понастоящем струнната теория има претенцията да бъде универсална теория обхваща в едно цяло релативистичната квантова теория на полето, класическата гравитация, и естествено, нерелативистичната квантова механика, като ги обединява така че не е даже нужно да се отделят тези компоненти, Като со спомним, че крайъгълният камък на квантовата механика е уравнението на Шрьодингер, не ни изненадва, че групата на Шрьодингер, която е максималната група на симетрия на уравнението на Шрьодингер, понастоящем играе все по-важна роля в теоретичната физика. От математична гледна точка е важно, че най-напред алгебрата на Шрьодингер бе въведена от Нидерер и Хаген като нерелативистична

граница на векторно-полева реализация на конформната алгебра. Следващ тласък на това развитие бе даден от Сон, който започвайки от AdS пространство в $d+3$ мерно пространство време с метрика инвариантна спрямо конформната алгебра $so(d+1,2)$, след това деформира AdS метриката за да редуцира найната симетрия до тази на алгебрата на Шрьодингер.

Като вземем предвид връзката м/у конформната и Шрьодингер алгебрите възниква естествения въпрос за нерелативисткия аналог на съответствието AdS/CFT при което конформната симетрия е заместена от симетрията на Шрьодингер.

Този въпрос има вече положителен отговор в много статии. Разглежданата дисертация е принос в това направление.

В представения дисертационен труд са намерени и изследвани струнни конфигурации от тип гигантски магнони (единични шиповидни струни) в пространството $Schr5 \times T^{1,1}$. Последното е нерелативистична деформация на $AdS \times S^5$, което е адекватно за приложение на симетрията на Шрьодингер. Тази деформация наред с други варианти е описана подробно в дисертацията. Тези резултати произтичат от изследването на нерелативистичната версия на AdS/CFT дуалността, както и от резултати на Клебанов-Витен за струнни теории, върху конични многообразия. Намерени са явни решения за гигантските магнони и за единичните шиповидни струни на

Изведени са явни изрази за лагранжиана на нелинейния сигма модел, който включва антисиметрично В-поле.

С подходящ анзац е решена класическата теория от намерените, уравнения за движение. Уравненията за движение налагат определени връзки между константите на анзаца, показвайки, че наистина има квази-класически решения тип гигантски магнони и единични шиповидни струни. Поставената задача се редуцира до ефективна теория на точкови частици. Разгледани са точките на обръщане за тези конфигурации. Допълнително са решени алгебричните връзки, и са определени струнните профили. Дуалната холографска теория се предполага да бъде нелокално диполно деформирана конформна теория на полето при силна връзка.

Разгледани са дисперсионните съотношения на гигантските магнони и единичните шиповидни струни. Намерено е, че зависимостите м/у съхраняващите се товари в дисперсионните отношения е трансцендентна, което е контрастно различно от случая на сферична вътрешна симетрия. Направен е обстоен анализ и е показано,

че има съответствие с известни от литературата резултати, след подходящи гранични преходи.

5. Научни приноси

Решена е класическа струнна теория върху $Schr5 \times T 1,1$ на ниво уравнения за движение. Реализирани са решения тип „гигантски магнони“ и „шиповидни струни“;

Изведени са явни изрази за дисперсионните съотношения, отговарящи на тези струнни конфигурации. Те са трансцендентни функции на аномалната размерност, за разлика от подобни структури върху пространства с по-висока симетрия;

Внимателното налагане на гранични преходи води точно до известните от литературата резултати.

6. Обща характеристика на дисертацията и приносите в нея:

Темата на дисертацията е в един актуален раздел на теоретичната физика. Текстът на дисертационния труд показва, че дисертантът познава добре състоянието на проблема. Избраната методика на изследване е адекватна на поставените цел и задачи на дисертационния труд. Приносите могат да се класифицират като получаване и доказване на нови факти и като обогатяване на съществуващите знания.

7. Критични бележки. В текста на дисертацията се забелязват небрежности при оформяне на текста. Например, третият булет ● на Научните приноси (стр. 120, или стр. 36 от Автореферата) започва така: „въпреки това внимателното ...“, така че цитирайки приносите ми се наложи да редактирам този принос. Тези небрежности не намаляват стойността на резултатите.

8. Заключение: по мое мнение дисертацията изпълнява изискванията за ОНС 'Доктор' приети от ФзФ на СУ. Затова предлагам на Научното жури да присъди образователната и научна степен 'Доктор' на Иво Николаев Илиев.

Дата: 05.7.2021г.

/проф. дфн Владимир Добрев/

че има съответствие с известни от литературата резултати, след подходящи гранични преходи.

5. Научни приноси

Решена е класическа струнна теория върху $Schr5 \times T 1,1$ на ниво уравнения за движение. Реализирани са решения тип „гигантски магнони“ и „шиповидни струни“;

Изведени са явни изрази за дисперсионните съотношения, отговарящи на тези струнни конфигурации. Те са трансцендентни функции на аномалната размерност, за разлика от подобни структури върху пространства с по-висока симетрия;

Внимателното налагане на гранични преходи води точно до известните от литературата резултати.

6. Обща характеристика на дисертацията и приносите в нея:

Темата на дисертацията е в един актуален раздел на теоретичната физика. Текстът на дисертационния труд показва, че дисертантът познава добре състоянието на проблема. Избраната методика на изследване е адекватна на поставените цел и задачи на дисертационния труд. Приносите могат да се класифицират като получаване и доказване на нови факти и като обогатяване на съществуващите знания.

7. Критични бележки. В текста на дисертацията се забелязват небрежности при оформяне на текста. Например, третият булет • на Научните приноси (стр. 120, или стр. 36 от Автореферата) започва така: „въпреки това внимателното ...“, така че цитирайки приносите ми се наложи да редактирам този принос. Тези небрежности не намаляват стойността на резултатите.

8. Заключение: по мое мнение дисертацията изпълнява изискванията за ОНС 'Доктор' приети от ФзФ на СУ. Затова предлагам на Научното жури да присъди образователната и научна степен 'Доктор' на Иво Николаев Илиев.

Дата: 05.7.2021г.


/проф. дфн Владимир Добрев/