

РЕЦЕНЗИЯ

**на дисертационен труд за придобиване на образователната и научната степен
„Доктор”**

Автор на дисертационния труд: Радостина Стефанова Камбурова,

Главен асистент в Институт по физика на твърдото тяло- БАН

Тема на дисертационния труд:

„Динамика и стабилност на солитони в дискретни системи”

Рецензент: Доцент д-р Любомир Милчев Ковачев, Институт по електроника БАН

Главен асистент Радостина Стефанова Камбурова завършва през 1978 г. Физическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“, специалност Физика на полупроводниците. От 1978 до 1992 работи в Институт по микроелектроника. От 1992 до сега работи в Институт по физика на твърдото тяло – Българска Академия на Науките.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Научен Семинар на Направление Теория, Институт по физика на твърдото тяло „Акад. Георги Наджаков” – БАН, състоял се на 06.07.2015.година.

Дисертацията се състои от 93 страници, 32 фигури, и 88 цитирани литературни източника. Основните резултати от дисертацията са публикувани в 8 статии в списания и сборници от доклади по материали на конференции. Три от публикациите са в списания с импакт фактор като Phys. Stat. Sol, Phys. Phys. Rev. E и J. Nonlin. Opt. Phys.&Materials. Забелязани са 3 независими цитати. Наукометричните показатели на представените от дисертанта материали покриват изискванията за придобиване на образователната и научната степен „Доктор”.

Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение.

Дисертационният труд е посветен на изследване нелинейна динамика на молекулни и магнитни верижки в твърдо тяло и еволюция на Бозе-Айнщайн кондензат, захванат в периодичен потенциал. Това са едни от най-актуалните направления в съвременната физика. През последните години особено важен за решаване е проблемът за захват на кондензати от охладени молекули във външни потенциали. Публикувани са огромен брой статии във водещите научни списания по тази тема и получените теоретични резултати от докторанта в това направление са от съществено значение за физиката на кондензираната материя.

Методиката на изследване е числено моделиране на динамиката на верижки от атоми и молекули на базата на двете дискретни форми на нелинейното уравнение на Шрьодингер:

1. Стандартното дискретно нелинейно уравнение на Шрьодингер
2. Уравнение на Абловиц-Ладик.

Целта на изследванията е да се установят условия за съществуване и стабилност на солитони в нелинейни системи и да се получи еволюционната картина на взаимодействие на тесни солитони с локализирани нехомогенности в зависимост от параметрите на солитона. Избраната методика решава поставените проблеми и дава отговор на поставените задачи и цели на дисертационния труд.

Кратка аналитична характеристика на естеството и на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Дисертацията се състои от увод, четири глави, заключение, публикации на автора по темата на дисертационния труд, справка за участие на конференции и литература.

Първа глава е с обзорен характер и засяга основни резултати в литературата по едномерни солитони в рамките на нелинейното уравнение на Кортевг де-Фриз, на нелинейното уравнение на Шрьодингер и нелинейния sine-Gordon. Акцентирано е върху разликата между изброените по-горе нелинейни модели и техните дискретни аналози. Представени

са различни аналитични и числени методи за решаване на дискретното нелинейно уравнение на Шрьодингер. Дискутирано е приложението на дискретните модели в различни приложения на физиката на твърдо тяло и Бозе-Айнщайн кондензати. Основните резултати от дисертационният труд са структурирани във втора, трета и четвърта глава на дисертацията.

Във втора глава е изследвана солитонната динамика в свързани верижки. Системата от уравнения, на която се подчинява разпространението на дискретни солитони, се състои от две линейно свързани нелинейни уравнения на Шрьодингер. Тази система от частни диференциални уравнения не е интегрируема. Енергийният трансфер между верижките се осъществява с линейна връзка. При изследване на линейния коефициент на свързване са отчетени ефекти на дисперсия първи и от втори порядък. Показано е, че влиянието на дисперсията на връзката е значително и може да бъде много по-силно от дисперсията на груповите скорости. В следствие на това дисперсията на линейния свързващ коефициент може да доведе не само до деформиране на импулса, но и до неговото разрушаване. Изследвана е солитонната динамика в система с една и две възбудени верижки. В § 3.1 е изследвана динамика на тесни солитони в системата от дискретни уравнения на Абловиц-Ладик с по-сложно свързване, отчитащо линейно, дисперсионно и нелинейно взаимодействие между тях. Получени са условия за пълно прехвърляне на енергия от една верижка в друга.

В трета глава е изследвано взаимодействието на тесни солитони с дефекти в кондензирани среди. Взаимодействията на дискретни солитони с локализирани нехомогенности, каквито съществуват във всяка една реална физическа система, съществено променят тяхната еволюция. Основен принос в тази глава е в изследване на взаимодействието на солитони с дефектна връзка между тях. То е подобно на влиянието на два съседни точкови дефекта. Записан е Хамилтонианът на дискретната система и са изведени система от дискретни уравнения на усреднените амплитуди на възбуденията. В континуално приближение дискретната система се трансформира в пертурбираното нелинейно уравнение на Шрьодингер за обвивката. Докато наличието на единичен линеен или нелинеен дефект в даден възел, води до появата на един независещ от скоростта пертурбиран член в

нелинейното уравнение на Шрьодингер, то при дефектна връзка пертурбираните членовете са три. Важна особеност на тези три члена е, че те зависят от вълновото число k . В статичния случай ($k=0$) за пертурбираното нелинейно уравнение на Шрьодингер са намерени свързани солитон-дефект решения. При отрицателни стойности на параметъра на дефектната връзка свързаното солитон-дефект решение е еднопиково и съответства на потенциал на привличане, докато при положителни стойности се получава двупиково солитон-дефект решение с потенциал на привличане. Изследвана е стабилността на полученото аналитично решение спрямо различни пертурбации. Числените симулации показват, че еднопиковото решение е много по-стабилно. От друга страна, двупиковото решение е силно чувствително относно различни видове пертурбации. Показано е, че то е стабилно само когато е центрирано по средата на дефектната връзка. Наблюдавани са най-различни картини на разсейване на тесен солитон от единична дефектна връзка на привличане в зависимост от вълновото число k и стойността на коефициента на връзката. Тя включва преминаване, отражение, захващане и комбинация от трите. Представена е енергетична картина на взаимодействието в зависимост от баланса между кинетичната енергия на солитона, нелинейната енергия, свързана с неговата амплитуда, и енергията на взаимодействие на солитона с дефекта.

Взаимодействието на тесни солитони с дефекти в нелинейни решетки в рамките на дискретния модел на Шрьодингер е сравнено с резултатите, получени за модела на Абловиц-Ладик. За тази цел първоначално пертурбираното уравнение на Абловиц-Ладик е решено аналитично и са намерени свързани солитон-дефект решения за статичния случай. Основен резултат тази глава е съществено новата динамика на солитоните при дефектна връзка, по отношение на картината на разсейване на тесни солитони от линеен точков дефект.

В четвърта глава е изследвано взаимодействие на солитони с точкови дефекти в две свързани нелинейни верижки. Системата описваща взаимодействието е от свързани пертурбираните нелинейни уравнение на Шрьодингер и е напълно интегрируема само ако верижките са хомогенни. В дисертацията е изследвано и взаимодействие на солитоноподобни решения в две свързани нехомогенни верижки. Резултатите от симулациите показват, че еднопиковото решение, което съответства на дефект на привличане, е стабилно спрямо различни пертурбации, за разлика от двупиковото.

В Заключението са представени основните приноси на докторанта.

Научните приноси на дисертационния труд се заключават в доказване с нови средства на съществени нови страни на съществуващи научни проблеми и теории, създаване на нови класификации и методи на изследване.

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и правилно отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд.

Представеният дисертационен труд е на високо научно ниво. В него са получени интересни нови резултати в една актуална област на съвременната нелинейна теория на дискретни системи. Резултатите са публикувани във водещи специализирани научни списания.

Ето защо предлагам на уважаемото научно жури да гласува за присъждането на образователната и научната степен „доктор” на Радостина Стефанова Камбурова.

Дата 25. 08. 2015.

Рецензент: доц. д-р Любомир Ковачев


/подпис/