Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0521U100249

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 17-03-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бугайчук Світлана Анатоліївна

2. Bugaychuk Svitlana A.

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 01.04.05

Назва наукової спеціальності: Оптика, лазерна фізика

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 04-03-2021

Спеціальність за освітою: радіофізика і електроніка (квантова радіофізика)

Місце роботи здобувача: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.159.01

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 29.33.17

Тема дисертації:

1. Дисипативні солітони взаємодії хвиль в динамічних нелінійно-оптичних середовищах.

2. Dissipative solitons of wave-mixing in dynamic nonlinear optical media.

Реферат/анотація:

1. В дисертаційній роботі побудована нова теорія нелінійної взаємодії хвиль в динамічних середовищах з релаксацією. На її базі показано теоретично і експериментально процес формування дисипативних солітонів при самодифракції когерентних лазерних пучків у нелінійно-оптичних середовищах. Такі умови характерні для систем динамічної голографії в об'ємних і тонких матеріалах, де спостерігається ефект перекачки енергії. Для таких систем нами були вперше одержані єдині еволюційні рівняння – комплексне рівняння Гінзбурга-Ландау і нелінійне рівняння Шредингера. Вони описують нелінійну взаємодію зв'язаних ґраток: світлової решітки та динамічної ґратки показника заломлення, містять в явному вигляді релаксаційну складову та параметри нелінійно-оптичної системи. Стаціонарними розв'язками знайдених еволюційних рівнянь є світлі і темні дисипативні солітони. В роботі показано, що формування дисипативних солітонів створює умови для маніпуляції лазерними імпульсами в процесі їх взаємодії в динамічних нелінійно-оптичних середовищах. Розроблена теоретична модель для разрахунків вихідних інтенсивностей у високих порядках при самодифракції Рамана-Ната. На основі цієї моделі створена методика визначення нелінійно-

оптичних констант в тонких матеріалах. Всі знайдені ефекти є перспективкним для застосування в сучасних опто-електронних системах перетворення і обробки інформації. Досліджені системи динамічної голографії можуть використовувати як модельні теоретичні і експериментальні схеми при вивченні фундаментальних властивостей дисипативних солітонів в складних нелінійних системах, що досліджуються в нейронних мережах, нелінійних моделях хімії, біології, клімата, космології тощо.

2. TThe dissertation is devoted to the first comprehensive studies of dissipative solitons of wave-mixing (DSWM). They represent a new kind of spatial dissipative solitons that arise in dynamic holographic systems operating on reversible nonlinear-optical materials. We found that the basic prerequisites for the formation of DSWMs are self-diffraction of interacting waves, accompanied by the effect of energy transfer between the interacting waves, and relaxation of nonlinearity in the medium. Detailed theoretical studies of the DSWMs are carried out, including the study of various types of DSWMs and their dependence on the parameters of a nonlinear system. We show that a nonlinear system of the self-diffraction reduces to a single nonlinear evolutionary equation, which is (i) the parametric nonlinear Schrödinger equation (pNLS) (for reflective self-diffraction geometry) or the parametric Ginzburg-Landau equation (pCGLE) (for transmission self-diffraction geometry). The obtained pNLS and pCGLE explicitly contain the real parameters of the original nonliner system, namely, the gain of a nonlocal dynamic grating, and the grating period. In addition, both of these equations contain an exponential decay factor depending on the relaxation time constant of the medium. The equations are derived for the case of the formation of a nonlocal dynamic phase grating. This case corresponds to the conditions of maximum energy transfer and the absence of phase transfer between the interacting waves. The pNLS and pCGLE describe the nonlinear dynamics of two coupled lattices, which are an intensity lattice for light interference and a dynamic grating for photoinduced refractive index. We also show that the initial nonlinear system can be reduced to a sine-Gordon equation (for transmission geometry) or to a tangent-Gordon equation (for reflective geometry). These equations contain a relaxation term along the longitudinal coordinate z of wave propagation. We obtain analytical solutions for DSWM in steady state. The solution is a single bright soliton for transmission geometry and a dark soliton (a kink) for reflective geometry. The solution describes a stable spatially localized profile for the interference intensity of the interacting waves along the longitudinal direction z. The envelope of the amplitude of the dynamic grating has a similar soliton-like profile. The first experimental studies of the formation of an inhomogeneous spatial profile of the amplitude of a phase dynamic grating upon self-diffraction of laser beams in a bulk photorefractive crystal are described. It was found experimentally that the envelope of the dynamic grating amplitude takes a soliton-like form in accordance with the prediction of the theory. We show that formation of different types of DSWM solutions can lead to new effects that arise from self-diffraction of laser beams in dynamic media. We consider theoretically new possibilities for manipulating laser pulses as a result of DSWMs formation during the interaction of these pulses in a nonlinear optical material. Among such effects are: compression and amplification of laser pulses as a result of complex nonlinear dynamics in the system; light-control-light mirrors with high amplification, which can be created in fiber Bragg gratings or in photonic crystals; development of a holographic amplifier, which includes a set of matched thin phase gratings; optimization of optical phase conjugation schemes that provide high gain coefficients; optical logic elements, and others. We have also obtained breathers solutions for DSWM. We have shown that the breathers arise for conditions when the nonlinear system is unstable. Then under the influence of random phase fluctuations for interacting waves, the DSWM becomes in the form of periodic pulsations. All these effects can be promising for applications in modern optoelectronic information systems. We have developed a theoretical model of self-diffraction of laser beams on thin materials in the Raman-Nath regime. Analytical solutions of our model allow using Raman-Nath self-diffraction as a method for determining nonlinear-optical coefficients in thin materials. We have applied this method to study the nonlinear optical properties of many new materials. Among them, we first have proposed and prepared hybrid liquid crystal cells containing a photonic crystal made on one of the cell substrates. The results of the provided studies can be extended to other nonlinear systems, which involve the nonlinear interaction of coupled lattices (coupled chains). Our research also prove that dynamic holographic systems demonstrating the energy transfer between interacting waves can be used as model theoretical and experimental systems to study

the fundamental properties of dissipative solitons in other, more complex nonlinear systems that are studying in neural networks, in nonlinear models of chemistry, biology, climate, cosmology, etc.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Негрійко Анатолій Михайлович
2. Nehriiko Anatolii Mykhailovych

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Негрійко Анатолій Михайлович
2. Negriyko Anatolii M.

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Маслов Вячеслав Олександрович
2. Maslov Viacheslav O.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Григорук Валерій Іванович
2. Grygoruk Valerii I.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фітьо Володимир Михайлович

2. Fitio Volodymyr M,

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Яценко Леонід Петрович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Яценко Леонід Петрович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Т.А.