

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

УДК 539.2

С.Е. САВОТЧЕНКО

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОЛН С ДЕФЕКТОМ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИМСЯ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ ОБЩЕГО ВИДА

Проанализированы возможные типы стационарных состояний и волн в линейных средах, разделенных нелинейным интерфейсом. Математическая формулировка модели сводится к одномерной краевой задаче для нелинейного уравнения Шредингера. В уравнении нелинейность в форме произвольного вида функции от искомого поля учитывается только внутри волновода. Показано, что существуют стационарные состояния трех типов в различных диапазонах значений константы распространения. Для всех типов стационарных состояний в явном виде получены дисперсионные зависимости константы распространения от параметров среды и границы раздела, а также указаны условия их существования. Показано, что возможно полное прохождение волны через границу раздела. Установлено, что полное прохождение волны с ненулевыми параметрами границы раздела может происходить только при учете ее нелинейного отклика.

Ключевые слова: плоский дефект, граница раздела, локализованные состояния, интерфейсные волны, поток энергии, нелинейное уравнение Шредингера.

Введение

Во многих технических приложениях, основанных на волноводных свойствах оптических слоев, важную роль играют эффекты локализации светового потока [1]. Это обуславливает не утихающий интерес исследователей к изучению различных явлений, связанных с распространением вдоль волноводов электромагнитных волн и взаимодействием их с границами раздела сред, в том числе в слоистых структурах, состоящих из чередующихся оптических слоев с различными показателями преломления [2].

Особое внимание уделяется средам, в которых показатель преломления (или диэлектрическая функция) зависит от интенсивности поля [3]. В частности, для сред с эффектом Керра характерна квадратичная зависимость показателя преломления от амплитуды напряженности электрического поля [4]. Теоретическое описание распределения светового потока в таких средах приводит к уравнению, эквивалентному нелинейному уравнению Шредингера (НУШ), которое содержит кубическое относительно искомого поля слагаемое [5–7]. Существуют и другие формы нелинейности в НУШ, называемые традиционно некерровскими [8–11]. Следует отметить, что НУШ широко применяется для описания не только светового поля [12–14], но и полей другой физической природы, к примеру упругого [15], магнитного [16, 17] и в биологических молекулярных системах [6].

Локализация нелинейных волн и распределенные периодические структуры вблизи границ раздела линейной и нелинейной сред рассматривалась в [12, 18, 19]. Во многих ситуациях возникает необходимость изучения таких особенностей локализации волн, которые обусловлены характером их взаимодействия с дефектами, в том числе и для двухуровневых систем [20–23]. В [24, 25] при исследовании рассеяния нелинейных возбуждений были отмечены резонансные свойства границ раздела сред как плоских дефектов.

В последнее время возник интерес к рассмотрению таких дефектов, которые характеризуются дополнительным нелинейным откликом [11, 26–30]. В [26] рассмотрены нелинейные свойства керровской среды только внутри тонкого оптического слоя, играющего роль нелинейного волновода.

В данной работе дается теоретическое описание новых особенностей локализации и рассеяния линейных волн нелинейным дефектом, моделируемым функцией нелинейности общего вида. Для описания новых особенностей взаимодействия волн и волновода с учетом его нелинейных свойств предлагается использовать нелинейный потенциал с произвольной нелинейной зависимостью от амплитуды искомого поля. Для случая керровской среды такой потенциал сводится к виду, использованному в [26–30]. При наличии слабой связи между плоскопараллельными волноводами, амплитуда поля в которых существенно превышает усредненное значение амплитуды поля

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>