

УДК 535.015

БИФУРКАЦИЯ СПОНТАННОГО НАРУШЕНИЯ СИММЕТРИИ В АКТИВНЫХ РЕЗОНАТОРАХ С ПЕРИОДИЧЕСКИ-МЕНЯЮЩИМИСЯ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРЕЛОМЛЕНИЯ И УСИЛЕНИЯ.

Долинина Д. А. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук Юлин А. В.
(Университет ИТМО)

В рамках исследования рассмотрена динамика света в одномерных активных оптических системах с периодическим комплексным потенциалом. Показано, что путём сдвига действительной и мнимой частей потенциала друг относительно друга можно контролировать эффективные потери верхней и нижней мод резонатора. Этот эффект может быть использован для контроля лазерного излучения. Кроме того, рассмотрено влияние кубической нелинейности на динамику системы и показано, что она может приводить к спонтанному нарушению симметрии, в результате которого формируются нелинейные состояния с ненулевым потоком энергии в одну из сторон резонатора.

Введение. Лазерные структуры с периодически модулированным показателем преломления, также известные как «лазеры с распределённой обратной связью» (или «РОС-лазеры»), активно исследуются на протяжении нескольких десятилетий. Модуляция показателя преломления приводит к перерасеянию противоположно-распространяющихся волн и обеспечивает оптическую обратную связь для лазера. В таких системах рабочая мода может быть представлена как две резонансно-взаимодействующих противоположно-распространяющихся волны. Резонансное взаимодействие приводит к тому, что на границах зоны Бриллюэна групповая скорость становится равной нулю, и одна из мод испытывает минимальные радиационные потери. Это способствует селекции мод и помогает достичь одномодового режима генерации. Помимо модуляции показателя преломления, периодическая модуляция накачки (или потерь) в системе также приводит к взаимодействию противоположно-распространяющихся волн и обеспечивает обратную связь. В рамках данного исследования рассматривается волновод с комбинированной модуляцией, когда и показатель преломления, и накачка периодически меняются по координате (период обеих модуляций одинаков). Кроме того, рассматривается влияние нелинейных эффектов на динамику системы. Для этого вводится математическая модель, основанная на методе медленно-меняющихся комплексных амплитуд для двух противоположно-распространяющихся волн, учитывающая перерасеяние волн друг в друга и нелинейные эффекты. На основе полученных уравнений исследуются собственные моды соответствующей линеаризованной системы, а также численно находятся нелинейные стационарные пространственно-однородные состояния. С помощью анализа динамической устойчивости демонстрируется, что кубическая нелинейность может приводить к бифуркации спонтанного нарушения симметрии, в результате которой симметричное стационарное состояние, представляющее собой стоячую волну, теряет устойчивость, и система переключается в состояние с нарушенной симметрией, характеризующееся ненулевым потоком энергии в одну из сторон волновода. Данная бифуркация разрушается, если относительный фазовый сдвиг двух типов модуляций ненулевой. Кроме того, рассматриваются диссипативные автоструктуры, которые могут формироваться в исследуемой системе.

Выводы. Богатая динамика электромагнитного поля в системах с комплексным периодическим потенциалом и кубической нелинейностью может быть использована для достижения большего контроля над стационарными состояниями генерации. К примеру, рассматриваемые эффекты потенциально могут быть использованы для воздействия на нелинейные автоструктуры, формирующиеся в лазерах, переключая их частоту излучения и направление излучения.

Долинина Д.А. (автор)

Подпись

Юлин А.В. (научный руководитель)

Подпись