

UNIVERSITY OF WARSAW

DOCTORAL THESIS

**Nonlinear coupled systems: effects of
gain, loss and nonlocality**

Author:
Aleksandr RAMANIUK

Supervisor:
Prof. dr hab. Marek
TRIPPENBACH

*A thesis submitted in fulfillment of the requirements
for the degree of Doctor of Philosophy*

in the

Institute of Theoretical Physics

October 8, 2021

Zjawiska nieliniowe istnieją w prawie każdym układzie fizycznym. Prawdopodobnie najbardziej rozpowszechnionym typem interakcji jest nieliniowość trzeciego rzędu, którą zwykle opisują równania Grossa-Pitaevskiego lub nieliniowe równania Schrödingera (NLSE). W niektórych przypadkach ośrodek nieliniowy pozwala na współistnienie kilku oddziałujących ze sobą komponentów. W tym przypadku do opisu całego układu fizycznego stosuje się sprzężone nieliniowe równania Schrödingera. Sprzężone NLSE są wykorzystywane w wielu dziedzinach badań, w tym w światłowodach, ciekłych kryształach, badaniu zimnych atomów i kondensatów polarytonowych. Głównym celem tej pracy jest zbadanie wpływu nielokalności, nasyczonego wzmocnienia i innych efektów na sprzężone układy nieliniowe. Dodatkowym celem jest zwięźle przedstawienie analitycznych i numerycznych metod badania efektów nieliniowych.

Przedstawione w mojej pracy badania podzielone są na dwie części. Pierwsza część skupia się na dwóch liniowo sprzężonych pierścieniach z nasycalnym wzmocnieniem. System ten oparty jest na pierścieniowych pułapkach dla kondensatów polarytonowych. Podczas tej pracy odkryliśmy bogatą rodzinę rozwiązań, wykazujących między innymi niestabilność modulacyjną, niejednorodne stany stabilne, zachowanie chaotyczne i spontaniczne łamanie symetrii. Zaobserwowaliśmy również spontaniczne powstawanie wirów w układzie ze zlokalizowanym sprzężeniem między pierścieniami. Procesy te wyjaśnia się obserwując przepływ prądu zarówno wewnątrz, jak i między pierścieniami.

W drugiej części zbadaliśmy propagację wiązki w systemie z nielokalnym sprzężeniem nieliniowym. Ten system modeluje dwukolorowe solitony wektorowe w nematycznych ciekłych kryształach. Skupiliśmy nasze badania na supermodach - wielopikowych podstawowych solitonach, powstających w wyniku przeciwdziałania nieliniowości ogniskowania i rozogniskowania. Zaobserwowaliśmy spontaniczne wygięcie trajektorii z powodu złamania symetrii akcja-reakcja. Pokazaliśmy, że dynamikę zmian trajektorii można oceniać patrząc na względne przesunięcie między dwoma składowymi solitona wektorowego.