

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

УДК 530.182

DOI: 10.17223/00213411/65/4/99

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУР В НЕЛОКАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ФИШЕРА – КОЛМОГОРОВА – ПЕТРОВСКОГО – ПИСКУНОВА И НЕЛОКАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КИНЕТИКИ АКТИВНОЙ СРЕДЫ НА ПАРАХ МЕТАЛЛОВ*А.В. Шаповалов^{1,2}, А.Е. Кулагин^{3,4}, С.А. Синюков¹¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*² *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*³ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*⁴ *Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Россия*

Нелокальные версии популяционных уравнений реакционно-диффузионного типа могут описывать эволюцию пространственно-временных структур (паттернов) в зависимости от выбора области изменения параметров уравнения. В условиях слабой диффузии численными методами проведено сравнение процессов формирования пространственно-временных паттернов в нелокальной популяционной модели, описываемой обобщенным одномерным уравнением Фишера – Колмогорова – Петровского – Пискунова с нелокальными конкурентными потерями, и в двумерной нелокальной версии кинетической модели квазинейтральной плазмы активных сред на парах металлов, описываемой кинетическим уравнением с нелокальной кубичной нелинейностью. Исследовано влияние релаксации на формирование паттернов.

Ключевые слова: нелокальное обобщенное уравнение Фишера – Колмогорова – Петровского – Пискунова, активная оптическая среда, нелокальное кинетическое уравнение, формирование структур, численные решения.

Введение

Изучение реакционно-диффузионных (РД) систем представляет собой самостоятельную область исследований нелинейных явлений, объединенную общностью применяемых методов и подходов и широким спектром приложений в физических, химических и биологических системах, включая динамику роста микробиологических и клеточных популяций, кинетические явления в физических системах, автоволновые процессы в активных средах (см., например, [1–4]). Интерес к нелинейным моделям систем РД-типа обусловлен, в известной степени, их способностью описывать динамические неравновесные структуры в пространственно-распределенных системах, что рассматривается как проявление общего свойства самоорганизации в нелинейных системах. Пространственно-временные структуры (паттерны) в РД-системах, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных, изучались в многочисленных работах, результаты которых отражены в [3–6].

Нелокальные РД-системы, которые описываются интегро-дифференциальными уравнениями, обладают специфическими особенностями динамического поведения. В нелокальных РД-системах нелинейность в сочетании с дальностью действия позволяет описывать формирование паттернов в популяционных системах, состоящих из особей одного вида. Примером является обобщенная нелокальная модель Фишера – Колмогорова – Петровского – Пискунова (Фишера – КПП), которая широко применяется в исследованиях динамики микроорганизмов и клеточных популяций [1, 7–13].

Благодаря общности математического описания нелокальных РД-систем методы, применяемые к исследованию нелокальной модели Фишера – КПП, могут привести к интересным результатам в исследовании кинетических моделей активных сред.

В данной работе проведено сравнительное исследование динамики формирования пространственно-временных паттернов в обобщенной одномерной модели Фишера – КПП с нелокальными конкурентными потерями в условиях слабой диффузии и в двумерной нелокальной версии кинетической модели активной квазинейтральной плазмы на парах металлов, описываемой кинетиче-

* Работа частично поддержана Программой повышения конкурентоспособности ТГУ среди ведущих мировых исследовательских центров; ИОА СО РАН, проект № 121040200025-7; грантом РФФИ и Томской области, проект № 19-41-700004.

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>