

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Барабаш Ольги Павловны «Модифицированная дискретизация и программная реализация для нелинейных непрерывных математических моделей роста и распространения», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность темы диссертационного исследования

Предметом диссертационного исследования является разработка и анализ семейства дискретных моделей для процессов роста и распространения. Актуальность исследования обусловлена его теоретической значимостью и широкими практическими приложениями. В основе работы лежат классические непрерывные модели, базирующиеся на дифференциальных законах сохранения. Ключевой акцент сделан на методах дискретизации, обеспечивающих возможность компьютерного моделирования, — в частности, на конечно-разностных и проекционно-сеточных подходах. Исходным объектом исследования выступает квазилинейное уравнение из семейства уравнений реакции-диффузии (также известных как диффузионно-логистические уравнения или уравнения роста-распространения) со степенной нелинейностью. Интерес к этому классу уравнений, возникший более ста лет назад, продолжает устойчиво расти. Указанное уравнение активно используется в популяционной динамике для описания пространственного распространения аллелей, моделирования роста популяций, а в последние десятилетия — и для исследования динамики опухолей, таких как глиома.

Наряду с изучением качественных свойств решений начально-краевых задач для этих уравнений, исключительно важной является проблема их практического построения. Явные формулы для решения известны лишь для узкого набора граничных и начальных условий, что создает устойчивую потребность в создании дискретных моделей, позволяющих получать приближенные решения в явном виде. При этом многие вопросы, связанные с дискретизацией нелинейных моделей, остаются открытыми. Кроме проблем дискретизации, связанных с нелинейностью уравнения роста-распространения, проблемы дискретизации моделей с уравнениями с особенностями, порожденными оператором Бесселя, которым в диссертации уделено существенное внимание, на протяжении ряда десятилетий вызывают оправданный интерес. Несмотря на активное развитие теории краевых и начально-краевых задач для уравнений с оператором Бесселя с середины прошлого века, вопросы их эффективной численной реализации исследованы недостаточно.

Таким образом, совокупность теоретических вызовов, связанных с построением решений, и практических потребностей в эффективных вычислительных алгоритмах для нелинейных и сингулярных задач подтверждает безусловную актуальность диссертационного исследования.

Заявленные автором результаты и положения, выносимые на защиту, являются новыми. Разностная схема для регулярной нелинейной модели роста-распространения во второй главе отличается линейной структурой, позволяющей осуществлять численный эксперимент в условиях пониженной алгоритмической сложности (линейной). Получены оценка ее порядка аппроксимации $O(h^2 + \tau)$, достаточные условия устойчивости, позволяющие сделать вывод о ее сходимости. В третьей главе разработан и обоснован эффективный численный метод дискретизации сингулярной непрерывной модели распространения с

использованием проекционно-сеточного метода Бубнова-Галеркина с финитными сплайнами специального вида, позволяющий доказать оценку погрешности в весовом функциональном пространстве, на основе которого проведена и протестирована дискретизация нелинейной сингулярной модели роста-распространения, построена дискретизация плоской непрерывной сингулярной стационарной модели распределения субстанции, позволяющая учесть ослабленные требования к гладкости решения и получить априорную оценку. В четвертой главе разработаны алгоритмы реализации построенных в предыдущих главах линейных разностных схем для регулярной и сингулярной нелинейной моделей роста-распространения и реализующие их программы для ЭВМ, позволяющие осуществлять вычислительные эксперименты в рамках исследования процессов роста-распространения.

Вместе с тем работа не лишена недостатков. Так, например, построенная во второй главе разностная схема может оказаться явной при определенном наборе коэффициентов. Это факт следовало бы выделить особо.

Однако данное замечание не снижает общего впечатления от работы, и содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационное исследование Барабаш Ольги Павловны «Модифицированная дискретизация и программная реализация для нелинейных непрерывных математических моделей роста и распространения» является самостоятельным, обоснованным и завершённым исследованием в области физико-математических наук. Диссертационное исследование отличается научной новизной и существенным вкладом в области теории и практики разработки, исследования и реализации методов дискретизации непрерывных моделей. Автореферат отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры
высшей математики
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Национальный исследовательский
университет "МЭИ"

Дата 03.02.2026

111250, Москва,
ул. Красноказарменная,
д. 17, ауд. Б-308
+7 495 362-78-74
адрес электронной почты: soldatov48@gmail.com

Солдатов Александр Павлович

Подпись



Подпись удостоверяется
ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА УПРАВЛЕНИЯ
ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ Л.И. Полевая