
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
ФИЗИКА

УДК 519.635

THREE-DIMENSIONAL NUMERICAL TRANSFER MODEL
USING A MONOTONIZED Z-SCHEME¹⁾

© 2023 г. N. M. Kashchenko^{1,*}, S. A. Ishanov^{1,**}, E. V. Zubkov^{1,***}, L. V. Zinin^{1,****}

¹ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad 236016, Russia

*e-mail: kaschtschenko@mail.ru

**e-mail: SIshanov@kantiana.ru

***e-mail: evgenyzubkov@mail.ru,

****e-mail: leonid.zinin@gmail.com

Поступила в редакцию 27.06.2022 г.

Переработанный вариант 24.04.2023 г.

Принята к публикации 29.05.2023 г.

Трехмерная численная модель переноса с использованием монотонизированной Z-схем. Целью работы является исследование трехмерной конечно-разностной монотонизированной схемы второго порядка точности для уравнения переноса. Исследование проведено для модельных трехмерных уравнений переноса несжимаемой среды. В работе исследуются свойства трехмерного обобщения Z-схемы с нелинейной коррекцией. Данная работа является развитием предыдущих работ автора, в которых построена нелинейная коррекция одномерных уравнений переноса. При коррекции предложенная схема использует вместо потоков их аналог — “косые разности”, содержащие значения из разных временных слоев. Численно исследована монотонность полученной нелинейной схемы для семейства функций-ограничителей, как для гладких решений, так и для негладких непрерывных решений. Построенная схема является абсолютно устойчивой, но теряет свойство монотонности при превышении шага Куранта. Отличительной особенностью предложенной конечно-разностной схемы является минимальность ее шаблона. Построенная численная схема предназначена для моделей плазменных неустойчивостей различных масштабов в низкоширотной ионосферной плазме Земли. Одна из реальных задач, при решении которых возникают подобные уравнения, — это численное моделирование сильно нестационарных среднескальных и мелкомасштабных процессов в низкоширотной ионосфере Земли в условиях возникновения неустойчивости Рэлея–Тейлора и неустойчивостей других типов, что приводит к явлению F-рассеяния. Вследствие того, что процессы переноса в ионосферной плазме контролируются магнитным полем, в поперечном к магнитному полю направлении предполагается выполнение условия несжимаемости плазмы.

Ключевые слова: нелинейная конечно-разностная схема, Z-схема, математическое моделирование, численное моделирование, уравнения переноса, ионосфера, неустойчивость Рэлея–Тейлора, плазменные неустойчивости.

DOI: 10.31857/S004446692309017X, **EDN:** XEONIP

¹⁾ Полный текст статьи печатается в английской версии журнала.