

Р. М. Янбарисов

*Институт вычислительной математики им. Г. И. Марчука РАН*

## **Методы конечных объемов для гидродинамических задач в областях с не разрешаемыми сеткой границами**

Данная работа посвящена построению и исследованию методов конечных объемов для задач течения жидкостей в областях с границами, не разрешаемыми расчетной сеткой.

Предложены модификации модели вложенных дискретных трещин для задач однофазной и двухфазной фильтрации, основанные на применении нелинейных конечно-объемных схем дискретизации потока внутри пористой среды. Особенностью модели вложенных дискретных трещин является неявное представление трещин на расчетной сетке пористой среды посредством введения дополнительных степеней свободы в ячейках, пересекаемых трещинами, без необходимости перестроения сетки. Доказано, что для задач однофазной фильтрации монотонные свойства используемых нелинейных схем (нелинейной двухточечной схемы, сохраняющей неотрицательность решения; нелинейной многоточечной компактной схемы с дискретным принципом максимума) распространяются и на дискретное решение во всей областях, включая область трещин.

Предложен полунеявный метод расчета течений неньютоновских жидкостей (вязкопластичной жидкости Хершеля-Балкли и вязкоэластичной жидкости Олдройда-Б) со свободной поверхностью в трехмерных областях с использованием сеток типа восьмеричное дерево. Метод основан на подшагах переноса “жидкой” области и полностью неявного решения уравнений течения в ней. Свободная поверхность задается изоповерхностью нуля глобально определенной функции уровня. Пространственная дискретизация уравнений течения основана на применении методов конечных объемов и конечных разностей.

На основе предложенного подхода разработана и исследована модель вязкоэластичного материала, основанная на совмещении моделей гиперэластичного твердого тела нео-Гука и жидкости Олдройда-Б. Модель была верифицирована на результатах экспериментов по компрессии многоклеточных сфероидов из биоматериала.

## Публикации автора по теме диссертации

1. *Янбарисов Р. М.* Параллельный метод вложенных дискретных трещин для течений в трещиноватых пористых средах // Компьютерные исследования и моделирование. — 2021. — т. 13, № 5.
2. *Yanbarisov R. M., Nikitin K. D.* Projection-based monotone embedded discrete fracture method for flow and transport in porous media // Journal of Computational and Applied Mathematics. — 2021. — т. 392. — с. 113484.
3. *Yanbarisov R., Nikitin K., Vassilevski Y.* An implicit scheme for simulation of free surface non-Newtonian fluid flows on dynamically adapted grids // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. — 2021. — т. 36, № 3. — с. 165—176.
4. Numerical Modelling of Multicellular Spheroid Compression: Viscoelastic Fluid vs. Viscoelastic Solid / R. Yanbarisov [и др.] // Mathematics. — 2021. — т. 9, № 18. — ISSN 2227-7390. — DOI: 10.3390/math9182333.
5. *Nikitin K. D., Yanbarisov R. M.* Monotone embedded discrete fractures method for flows in porous media // Journal of Computational and Applied Mathematics. — 2020. — т. 364. — с. 112353.
6. *Nikitin K. D., Yanbarisov R. M.* Monotone Embedded Discrete Fracture Method for the Two-Phase Flow Model // International Conference on Finite Volumes for Complex Applications. — Springer. 2020. — с. 557—564.
7. Verification benchmarks for single-phase flow in three-dimensional fractured porous media / I. Berre [и др.] // Advances in Water Resources. — 2021. — т. 147. — с. 103759.