

# Решение прямых и обратных краевых задач для кусочно-однородной среды на физически информированных сетях радиальных базисных функций

ГОРБАЧЕНКО ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ

*Пензенский государственный университет (Пенза), Россия*

СТЕНЬКИН ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

*АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «РУБИН»*

e-mail: stynukin@mail.ru

Многие краевые задачи рассматриваются в постановке для кусочно-однородных сред: задачи моделирования нефтяных месторождений [1], теплопроводности [2], моделирования подземных вод [3]. В таких задачах свойства среды являются постоянными в некоторых областях, а на границах сред выполняются условия сопряжения, как правило, условия идеального сопряжения: равенство решений и потоков на границе раздела сред. Равенство потоков означает разрыв производной решения на границе раздела сред.

Для решения таких задач предлагается использовать сети радиальных базисных функций (СРБФ), обучаемые адаптированным для обучения СРБФ алгоритмом Левенберга Марквардта. СРБФ реализуют бессеточный метод решения, который не позволяет реализовать разрыв производной решения на границах раздела сред. Кроме того, радиальные базисные функции с неограниченной областью определения влияют на решение во всех областях среды. В [4] авторами предложен подход, в котором на отдельных СРБФ решаются задачи для областей с разными свойствами, а условия сопряжения учитываются в функции потерь.

Обратные краевые задачи для кусочно-однородных сред в бессеточной постановке ранее не решались. Для решения обратной задачи в бессеточной постановке предположим, что свойства среды приближенно описываются непрерывной дифференцируемой функцией, аппроксимируемой СРБФ. Решение прямой задачи, в которой свойства среды аппроксимируются сетью, находится второй СРБФ. Решение задачи сводится к поочередной настройке параметров двух указанных сетей с использованием функции потерь, включающей сумму квадратов невязок решения в пробных точках внутри и на границе области решения, а также в точках с известным решением. В качестве регуляризатора использован метод итерационной регуляризации (условие Морозова).

Решение модельной задачи показало возможность приближенного определения положения границы раздела сред и достаточно точного восстановления значений функции среды в разных областях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Islam M.R., Abou-Kassem J.H., Farouq-Ali S.M. Petroleum Reservoir Simulation: The Engineering Approach. Houston: Gulf Professional Publishing. 2020. 526 p.
2. Carslaw H.S. Introduction to the Mathematical Theory of the Conduction of Heat in Solids. Blacweel: Franklin Classic. 2018. 286 p.

3. Anderson M.P., Woessner W.W., Hunt R.J. Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport. Cambridge: Academic Press. 2015. 564 p.
4. Stenkin D.A., Gorbachenko V.I. 2021. Solving Equations Describing Processes in a Piecewise Homogeneous Medium on Radial Basis Functions Networks. Kryzhanovsky, B., Dunin-Barkowski, W., Redko, V., Tiumentsev, Y. (eds) Advances in Neural Computation, Machine Learning, and Cognitive Research IV. NEUROINFORMATICS 2020. Studies in Computational Intelligence. Cham: Springer.2021. 412–419. doi: 0.1007/978-3-030-60577-3\_49.