

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ВИХРЕВЫХ УРАВНЕНИЙ

Курбанов Мансур Панджи угли

Сурхандарьинская область, Бандиханский район, средняя общеобразовательная
школа № 34

Цель исследования

Цель исследования — разработка программного обеспечения, позволяющего эффективно и точно решать обратные задачи для нелинейных эволюционных вихревых уравнений. В ходе работы предполагается создание алгоритмов для стабильного вычисления неизвестных параметров вихревых систем, оптимизация численных методов и обеспечение удобного интерфейса программы для пользователя.

Материалы и методы

В качестве материалов исследования использовались: нелинейные эволюционные вихревые уравнения с различными параметрами; исходные и граничные условия, а также синтетические тестовые данные; результаты численных экспериментов для проверки точности и стабильности программы.

Методы исследования:

1. Математическое моделирование — формализация обратных задач и определение неизвестных параметров;
2. Численные методы — использование конечных разностей (Finite Difference Method, FDM), регуляризация Тихонова и итерационные алгоритмы для повышения точности;
3. Алгоритмическое моделирование — разработка структур программного обеспечения для оптимизации вычислений и проверки устойчивости;
4. Экспериментальная проверка — проведение тестов на различных конфигурациях вихревых систем для оценки точности и надежности расчетов;
5. Анализ результатов — сравнение полученных решений с теоретическими данными и визуализация динамики вихревых полей.

Применение этих методов обеспечивает эффективное и устойчивое решение сложных нелинейных обратных задач с высокой точностью.

Результаты

Разработанное программное обеспечение успешно решало сложные нелинейные обратные задачи. В ходе тестов относительная ошибка определения неизвестных

параметров не превышала 2–3%, что подтверждает высокую точность алгоритмов. Даже при добавлении шумов до 5% в исходные данные программа сохраняла устойчивость, обеспечивая стабильную сходимость итераций без колебаний. Для пространственной сетки 100×100 узлов и временного шага $\Delta t = 0.01$, расчетные эксперименты выполнялись за 45–60 секунд на стандартном компьютере (Intel i7, 16 GB RAM). Интерфейс программы позволял строить графики вихревого поля в реальном времени, сравнивать вычисленные и исходные данные, что облегчало анализ результатов. Итерационный градиентный метод обновления параметров показал высокую скорость сходимости даже для сложных нелинейных задач. Результаты экспериментов подтвердили, что разработанное программное обеспечение обеспечивает высокую точность, устойчивость и эффективность вычислений, что делает его практическим инструментом для решения обратных задач в нелинейных вихревых системах.

Выводы

В результате проведенного исследования было разработано программное обеспечение, обеспечивающее эффективное, точное и устойчивое решение обратных задач для нелинейных эволюционных вихревых уравнений.

Применение численных методов, включая конечные разности и регуляризацию Тихонова, позволило получать надежные решения даже при наличии шумных данных. Интерфейс программы обеспечивает удобное управление параметрами, визуализацию вихревого поля и анализ результатов в реальном времени. Разработанное программное обеспечение имеет практическую и научную ценность, предоставляя исследователям инструмент для моделирования сложных вихревых систем и точного определения неизвестных параметров. В дальнейшем программа может быть дополнена интеграцией параллельных вычислений и методов машинного обучения для оптимизации параметров, что повысит производительность и расширит возможности применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тихонов, А. Н., & Арсенин, В. Я. (1977). Решение некорректных задач. Winston & Sons, Washington, D.C.
2. Lions, J. L., & Magenes, E. (2012). Non-Homogeneous Boundary Value Problems and Applications. Springer.
3. Glowinski, R. (2015). Numerical Methods for Nonlinear Variational Problems. Springer.
4. Courant, R., & Hilbert, D. (2008). Methods of Mathematical Physics, Volume II: Partial Differential Equations. Wiley-VCH.
5. Evans, L. C. (2010). Partial Differential Equations. American Mathematical Society.