

**Дифференциальная механика жидкостей –  
инструмент изучения динамики и структуры течений**

Чашечкин Ю.Д.

Лаборатория механики жидкостей

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН

Развитие компьютерных технологий открывает новые возможности согласованного экспериментального и теоретического изучения природных систем и процессов без привлечения дополнительных гипотез и параметров. Кратко обсуждаются основы современного естественно-научного знания; определения математики, физики, механики. Оценивается полнота описания наблюдений природных систем в диапазоне астрономических, земных, лабораторных, микроскопических масштабов. Приводятся принципы выбора физических величин, характеризующих состояние и течения жидкостей, с учетом требований рациональности и наблюдаемости.

В развиваемом подходе исследования течений проводятся на основе системы фундаментальных уравнений переноса вещества, импульса, энергии, с учетом диссипации и закономерностей распределений термодинамических потенциалов (а также их производных – плотности, давления, температуры, концентрации компонентов). Сравнительный анализ симметрий распространенных моделей, проведенный методами теории непрерывных групп, показывает, что свойства системы фундаментальных уравнений согласуются с базовыми принципами физики.

Малые периодические течения описываются полными решениями линейных и слабонелинейных систем фундаментальных уравнений, построенными методами теории сингулярных возмущений, с учетом условия совместности, которое определяет ранг нелинейной системы, порядок линеаризованной версии, степень характеристического (дисперсионного) уравнения. Приведенная классификация базовых компонентов течений, включает волны, вихри и лигаменты (прослойки и волокна, линейные предшественники ударных волн). Сравнения пространственно – временных параметров решений и атомно-молекулярного строения вещества определяют границы применимости базовых моделей. Задачи формирования структур боковой термоконцентрационной конвекции, распространения внутренних волн, обтекания двумерных препятствий стратифицированными (сильно и слабо) и однородными (потенциально и актуально) жидкостями, рассматриваются в качестве примеров согласованного теоретического и лабораторного моделирования. Прямые макроскопические проявления атомно – молекулярных процессов иллюстрируются наблюдениями картин переноса вещества и излучения звука течениями, порождаемыми падающими в жидкость каплями. Обсуждаются перспективы и трудности развития дифференциальной механики жидкостей – универсального инструмента расчета течений.

#### Литература

1. Chashechkin Yu. D. Differential fluid mechanics – harmonization of analytical, numerical and laboratory models of flows. P. 61-91. // *Mathematical Modeling and Optimization of Complex Structures. Springer Series “Computational Methods in Applied Sciences”* V. 40. 2016. 328 p. P. 61-91. DOI: 10.1007/978-3-319-23564-6-5
2. Загуменный Я.В., Чашечкин Ю.Д. Нестационарная вихревая картина обтекания пластины с нулевым углом атаки (двумерная задача) // *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2016, № 3, с. 48–65. DOI: 10.7868/S056852811603018X
3. Чашечкин Ю.Д., Прохоров В.Е. Акустика и гидродинамика удара капли о водную поверхность // *Акустический журнал.* 2017. Т. 63. No. 1. С. 38–49. DOI: 10.1134/S1063771016060038