

Бигармонические аттракторы внутренних волн.

Научный руководитель – Сибгатуллин Ильяс Наилевич

Рязанов Даниил Александрович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,
Россия

E-mail: psuburner@gmail.com

Внутренние гравитационные волны в непрерывно-стратифицированных и вращающихся средах подчиняются особому дисперсионному соотношению, которое диктует особые правила отражения от поверхностей: после отражения волны сохраняется угол с вертикалью. Подобные правила игры в бильярд в средах с постоянной частотой плавучести приводят к возникновению замкнутых притягивающих путей, которые были названы волновыми аттракторами. С момента открытия аттракторов внутренних волн появилось множество работ, показывающих с помощью натуральных и численных экспериментов, что волновые аттракторы являются не просто забавным математическим феноменом, но и играют важную роль в динамике стратифицированных и вращающихся систем, таких как глубоководный океан и астрофизические объекты. Было показано, что возникновение аттракторов является общим положением, а не исключительным случаем. В реальности приливные течения на Земле возникают под совместным действием притяжения Луны, Солнца и вращения. Астрофизические объекты также часто являются объектом воздействия нескольких приливных сил. Поэтому с прикладной точки зрения важно рассмотрение бигармонического внешнего воздействия с сопоставимыми и разными амплитудами и определение результирующего течения, которое может быть описано как взаимодействие двух аттракторов, либо как течения с аттрактором и без. В нашей работе описывается модель бигармонических аттракторов, определены диапазоны частот для их успешного моделирования. Получены установившиеся режимы, демонстрирующие взаимодействие волновых аттракторов, генерируемых от каждой из частот, соответствующих определённому аттрактору. Впервые показано, что при малых амплитудах внешних воздействий взаимодействие аттракторов имеет характер интерференции лишь в зонах пересечения аттракторов по линейной теории. При изменении аспектного соотношения вертикальных и горизонтальных масштабов в несколько раз изменяется характер течения у боковых стенок и при тех же самых амплитудах происходит быстрое развитие малых возмущений и переход к волновой турбулентности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 15-01-06363-а.

Источники и литература

- 1) Maas, LRM, Benielli, D, Sommeria, J & Lam, FPA (07.08.1997). Observation of an internal wave attractor in a confined, stably stratified fluid. *Nature*, 388 (6642), (pp. 557-561).
- 2) C. Brouzet, I. N. Sibgatullin, H. Scolan, E. V. Ermanyuk, and T. Dauxois. Internal wave attractors examined using laboratory experiments and 3d numerical simulations. *Journal of Fluid Mechanics*, 793:109–131, 2016.
- 3) C. Brouzet, E. V. Ermanyuk, S. Joubaud, I. Sibgatullin, and T. Dauxois. Energy cascade in internal-wave attractors. *EPL (Europhysics Letters)*, 113:44001, 2016.

- 4) Direct numerical simulation of three-dimensional inertial wave attractors / I. Sibgatullin, E. Ermanyuk, L. Maas et al. // 2017 Ivannikov ISPRAS Open Conference (ISPRAS). — IEEE, 2017.

Иллюстрации

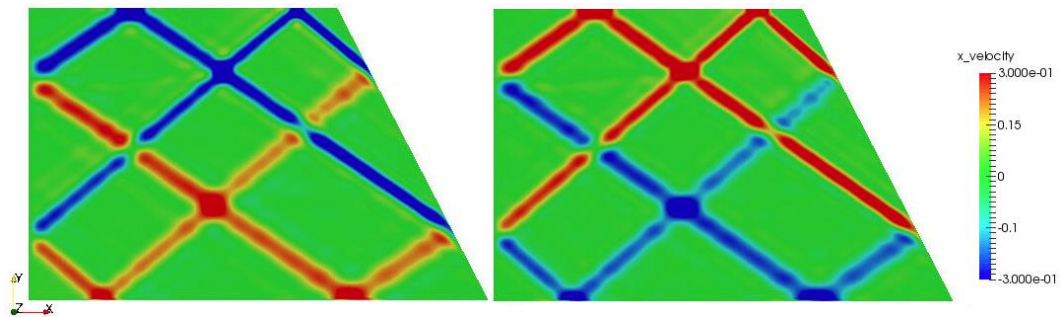


Рис. 1. Численное моделирование бигармонического аттрактора