

Геострофические долго-живущие вихри и их взаимодействие с инерционными волнами

С.С. Вергелес

ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН

Вращающаяся как целое несжимаемая жидкость способна поддерживать течение, которое представляет собой набор вихрей, оси которых параллельны оси вращения. В таком течении скорость оказывается лежащей в плоскости, ортогональной оси вращения, и не изменяющейся вдоль этой оси. Сила Кориолиса полностью компенсирована давлением жидкости, что называют геострофическим балансом, и потому сами течения – в геострофическими. Их динамика определяется только нелинейным взаимодействием, аналогичным нелинейному взаимодействию течения в плоскости, поскольку сила Кориолиса является исключённой из уравнения течения. Для части течения, существенно зависящего от третьей координаты, сила Кориолиса приводит к его быстрой динамике, представляющей собой осцилляции инерционных волн. На этом разделении времён для указанных двух типов движения основан механизм, который поддерживает структуру, например, торнадо, хотя в силу присутствия в нём восходящих и нисходящих потоков в целом устроено заметно сложнее чем геострофические вихри. Численное моделирование течения в жидком ядре Земли, испытывающее суточное вращение, показывает, что и там существенным является геострофическое течение – ансамбль вихрей с поперечным размером, значительно меньшим диаметра ядра Земли, и с продольными размером, сравнимым с ним. Полное турбулентное течение вращающейся как целое жидкости можно представить как суперпозицию геострофического течения и инерционных волн. Геострофическое течение, будучи по свойствам близким к двумерному течению, имеет тенденцию к образованию более крупных вихрей из более мелких и, таким образом, к формированию обратного каскада энергии. Также и инерционные волны могут передавать энергию геострофическому течению. При определённых условиях в течении формируется крупный геострофический вихрь, устойчивый во времени, который подпитывается мелкими турбулентными пульсациями. Мы обсуждаем характерные особенности поглощения инерционных волн геострофическими вихрями и свойства самих таких вихрей. Мы приводим сравнение наших аналитических результатов и экспериментальных данных, полученных в нашей лаборатории “Современная гидродинамика”.