



Геострофические когерентные вихри и их взаимодействие с турбулентностью

к.ф.-м.н. Сергей Сергеевич Вергелес

Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау, Москва

Вращающаяся как целое 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 – геострофическими. Их динамика определяется только нелинейным взаимодействием, аналогичным нелинейному взаимодействию течения в плоскости, поскольку сила Кориолиса является исключённой из уравнения течения. Всем известным примером подобного течения является торнадо, которое геометрически является трубкой именно благодаря собственному вращению. 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.

Помимо геострофического течения во вращающейся жидкости могут распространяться инерционные волны. В этих волнах скорость существенно зависит от координаты вдоль оси вращения, и сила Кориолиса является доминирующей в уравнении течения. Поэтому их динамика существенно быстрее динамики геострофического течения.

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 таких вихрей.