

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОНАЛЬНЫХ ГЕОСТРОФИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ СЛОЕ МЕЛКОЙ ВОДЫ

Жвания М.А.¹, Калашник М.В.², Кахиани В.О.¹,
Патарашвили К.И.³, Нанобашвили Дж.И.¹,
Цакадзе С.Дж.^{1,3}, Ингель Л.Х.⁴

¹ Абастуманская астрофизическая обсерватория АН Грузии
Грузия, Тбилиси, пр.А.Казбеги, 2а

² Обнинский Государственный технический университет атомной
энергетики (ИАТЭ), 249040, г.Обнинск, Калужская обл.,
Студгородок, 1, тел.(08439)5-23-17, факс (08439)6-67-35,
e-mail: lingel@obninsk.com

³ Институт физики АН Грузии им. Э.Андроникашвили
Грузия, Тбилиси, 0177, ул.Тамарашвили, 6

⁴ ГУ НПО «Тайфун», 249038 г.Обнинск, пр.Ленина, 82,
тел./факс 6-67-35, e-mail: lingel@obninsk.com

The results of theoretical and experimental studying structure of zonal geostrophic flows in the rotating layer of the shallow water are presented in this work.

Представлены результаты теоретического и экспериментального исследования структуры зональных геострофических течений во вращающемся слое мелкой воды. В экспериментах использовалась специальная установка Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузии, представляющая собой параболоид вращения, который может приводиться в регулируемое вращение вокруг вертикальной оси. Жидкость в таком сосуде при вращении распределяется тонким слоем по его поверхности и имеет важные общие черты с планетными атмосферами и океанами. Максимальный диаметр параболоида составляет 1.2 м, радиус кривизны в полюсе – 0.698 м. Период вращения, при котором вода в параболоиде распределяется вдоль стенок равномерным по высоте слоем, составляет 1.677 с. Аналоги зональных планетарных течений в параболоиде создаются системой источник-сток массы. Это – два концентрических кольцевых паза на дне параболоида, шириной 0.3 см, радиусами 8.4 см и 57.3 см, через которые может с различной скоростью и в любом направлении прокачиваться вода. Возникающий между концентрическим источником и стоком массы радиальный поток в поле силы Кориолиса трансформируется в азимутальное (зональное) течение.

Установлено, что при постоянной глубине вращающейся жидкости по вертикали зональные течения устойчивы. Приведены измерения радиальных профилей уровня и скорости течения в устойчивом режиме. Установлено, что структура зональных течений принципиально меняется при изменении полярности системы источник-сток. Если ближе к оси вращения расположен сток массы, то радиальная зависимость скорости зональных течений строго монотонная (близка к потенциальному вращению). При противоположной полярности наблюдается максимум азимутальной скорости вблизи источника. Исследован также нестационарный процесс установления зональных течений, происходящий после мгновенного включения системы источник-сток. Показано, что характерное время установления не зависит от интенсивности прокачки жидкости и практически линейно растет с увеличением полной глубины.

Теоретические исследования выполнены в рамках системы уравнений теории мелкой воды с включением слагаемых, описывающих придонное трение. Построены нестационарные решения этой системы, описывающие процесс установления стационарных течений. Получено аналитическое выражение для характерного времени установления. Для расчета структуры стационарных течений разработана также нелинейная модель пограничного слоя Экмана, учитывающая адвективный перенос массы в погранслое. Показано, что в пределе малых значений числа Россби результаты моделей хорошо согласуются между собой и с результатами эксперимента.

Работа выполнена при поддержке МНТЦ (проект G-1217).